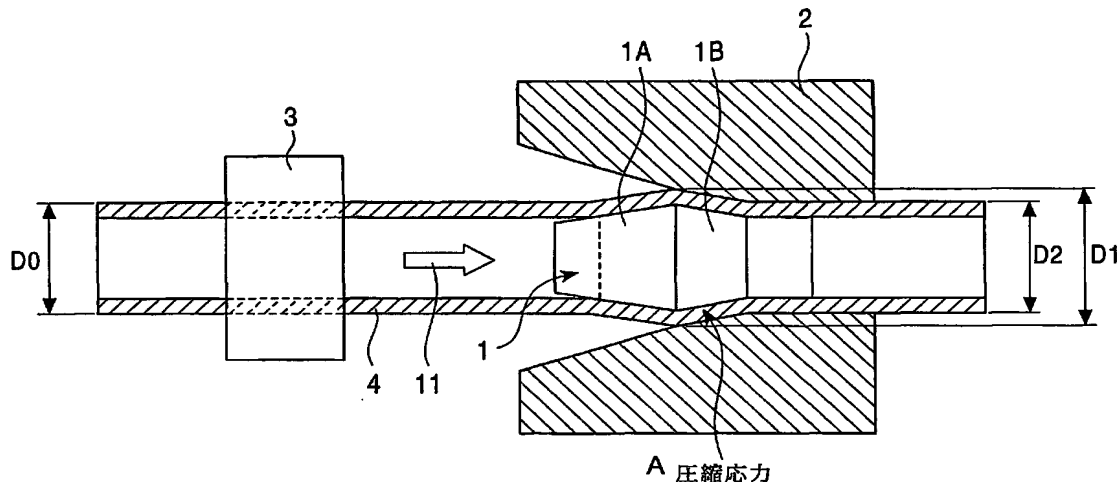




(10) 国際公開番号  
**WO 2004/091823 A1**

- [ 続葉有 ]

(54) 発明の名称: 高寸法精度管とその製造方法および製造装置



### A...COMPRESSIVE STRESS

(57) 要約: 管の広範囲の要求サイズに亘り、低コストで製造できて、十分な疲労強度を有する高寸法精度管およびその製造方法を提供する。具体的内容は次のとおりである。金属管 5 を該管内にプラグ 1 を装入した状態で、ダイス 2 の孔に押し込んで通過させる押し抜きを行うことにより、外径偏差、内径偏差、円周方向肉厚偏差のいずれか一または二以上が 3.0 % 以下である押し抜き

〔続葉有〕

**WO 2004/091823 A1**



(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 剣持 一仁 (KEN-MOCHI, Kazuhito) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 JFEスチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 長濱 拓也 (NAGAHAMA, Takuya) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 JFEスチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 坂田 敬 (SAKATA, Kei) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 JFEスチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 菅野 康二 (SUGANO, Koji) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 JFEスチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 大西 寿雄 (OHNISHI, Toshio) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 JFEスチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 依藤 章 (YORIFUJI, Akira) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 JFEスチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 豊岡 高明 (TOYOOKA, Takaaki) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 JFEスチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 落合 憲一郎 (OCHIAI, Kenichiro); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 JFEスチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

## 高寸法精度管とその製造方法および製造装置

## 技術分野

本発明は、高寸法精度管、その製造方法および製造装置に関する。例えば自動車用駆動系部品などのような高い寸法精度が要求されるものに適用しうる高寸法精度管、高寸法精度管の製造方法、製造装置、製造設備列に関する。

## 背景技術

金属管例えば鋼管は通常溶接管と継目無管に大別される。溶接管は、例えば電縫鋼管のように、帯板の幅を丸め、該丸めた幅の両端を突き合わせて溶接して製造する。一方、継目無管は、中実ピレットを高温で穿孔した後、マンドレルミル等で圧延して製造している。溶接管の場合、溶接後に溶接部分の盛り上がり研削して管の寸法精度を向上させているが、その肉厚偏差は3.0 %を超える。また、継目無管の場合、穿孔工程で偏心しやすく、該偏心により大きな肉厚偏差が生じやすい。この肉厚偏差は後工程で低減させる努力が払われているが、それでも十分低減することができず、製品の段階で8.0 %以上残存する。

最近、環境問題対策として、自動車の軽量化が強く望まれている。ドライブシャフト等の駆動系部品は中実の金属棒から中空の金属管に置き換えられつつある。これら自動車用駆動系部品等の金属管には肉厚、内径、外径の各偏差として3.0 %以下、さらに厳しくは1.0 %以下、の高寸法精度が要求される。

駆動系部品は自動車の長距離走行による疲労に耐えなければならない。金属管の肉厚、内径、外径の精度が悪いと、必然的に管内外面に存在する凹凸を起点として疲労破壊が進展しやすくなり、疲労強度が著しく低下する。十分な疲労強度を保つためには金属管の肉厚、内径、外径の精度を良好にする必要がある。

以下、本発明にいう高寸法精度管とは、外径偏差、内径偏差、円周方向肉厚偏差のいずれか1つまたは2つ以上が3 %以下である管であり、各偏差は、次式で導出される。

$$\text{偏差} = \text{変動幅} / (\text{目標値又は平均値}) \times 100\%$$

$$\text{変動幅} = \text{最大値} - \text{最小値}$$

## 2

金属管の肉厚、内径、外径の精度を高める手段として、一般に以下の二つの方法が知られている。以下、溶接鋼管と継目無鋼管（以下鋼管または管という）について述べる。ひとつは鋼管をダイスとプラグを用いて冷間で引き抜く方法（いわゆる冷牽法）である（特許文献5参照）。他のひとつは円周方向に分割したダイスを組み込んだロータリー鍛造機を用いて鋼管をダイス孔に押し込んで加工する方法（ロータリー鍛造押し込み法）である（特許文献1，2，3参照）。

特許文献1： 特開平9-262637号公報

特許文献2： 特開平9-262619号公報

特許文献3： 特開平10-15612号公報

特許文献4： 特許第2858446号公報

特許文献5： 特許第2812151号公報

しかし、冷牽法では、設備能力が不足する場合や、管の肉厚・径が大きくて引き抜き応力が充分得られずに縮径率を低くせざるをえない場合などでは、加工バイト（プラグとダイス孔内面との隙間）内でダイスと管、および、引き抜きプラグと管の接触が不十分となる。冷牽法は、管の応力が引張力であるからである。この場合、管の内面、外面の平滑化が不足して凹凸が残留しやすい。その対策として、冷牽で管の縮径率を大きくして加工バイト内で管の内外面とプラグ、ダイスの接触を向上させることが行なわれている。しかし、管をダイスを用いて冷牽した場合、管の縮径率が大きくなるほど管内面の凹凸による粗さが増加する。その結果、冷牽法では高寸法精度の管を得ることが難しい。そのため管の疲労強度が充分ではなく、さらに寸法精度の良好な管が強く求められていた。冷牽法では張力を加えるために管の先端を挟むため、管の先端を窄める必要がある。その結果一本づつ引き抜かざるを得ず、加工能率が著しく低い問題があった。

また、設備能力があって縮径率を大きくできる場合でも、縮径による加工歪みが大きくなって管が加工硬化しやすい。管は引き抜き後にさらに曲げやスウェーjingなどの加工を施される。前記引き抜きでの加工硬化によって、その後の曲げ工程などにおいて割れが発生しやすくなる問題があった。それを防止するために、引き抜き後に高温で十分な時間をかけて熱処理を加える必要があり、製造コストが著しく多大となるため、安価で加工しやすい高寸法精度管を高能率に製造し得る方法が熱望されていた。

なお、特許文献4記載の金属管の押圧装置は、金属管を他の装置で引っ張り、その引っ張りによる管の破断を防止して内面に溝を形成させるために必要な引張力を低減する

ための補助装置であり、管内外面を平滑化するものではない。

特許文献 1 ～ 3 記載のロータリー鍛造押し込み法では、ロータリー鍛造機のダイスを分割しそのダイスを揺動させている結果、その分割部分で段差が生じやすく外面の平滑化が不足したり、あるいは円周方向に異なるダイスの剛性によって不均一変形が生じたりする。その結果、肉厚精度も不足するため目標とする仕上寸法精度を充分得ることができず、その鋼管の疲労強度は十分なものではなく、改善を求められていた。

ロータリー鍛造押し込み法では、鋼管を押し込んだ後の肉厚は押し込む前の肉厚より厚くなっている。これは複雑な構造を有するために荷重を加え難いロータリー鍛造機を用いているがゆえの制約である。肉厚を増加させるには、加工バイト内で出口に近い側ほど隙間を増大させて管を変形しやすくしているが、隙間があつて変形がしやすくなると管の内面に凹凸が発生する。さらに肉厚を増加させると隙間が大きくなり、管がダイス表面やプラグ表面に十分接触しなくなる。その結果、管表面の平滑化が進展せずに、高寸法精度管が得られにくい欠点を有していた。

また、高寸法精度管を製造するにあたっては、プラグ外面と管内面、ダイス内面と管外面との摩擦力を可能な限り低減しないと、加工中に管表面に焼付き等の疵が発生して、加工後の管の表面品質が低下し、その管は製品にならないばかりか、加工時の荷重が著しく増加して加工そのものが不可能になる場合があり、その結果、生産能率が著しく低下していた。

このことにより、押し込み後に所望の肉厚を得ようとする、押し込む前の肉厚を薄くするしかない。したがって、多様な製品サイズの管を整え、それらの管の疲労強度などの性能を向上させるには、素管サイズを多数用意する必要がある。しかし、素管製造設備に制約があつて多くのサイズを用意できないことから、管の全要求サイズに亘って良好な寸法を得ることが難しかった。また、また、自動車部品では管の加工度を変えて用いられる。例えば、ある部品では加工度を低くして加工後の熱処理を省略することが検討され、別の部品では加工度を著しく大きくして強度を高くして用いられる。

しかし、従来の冷牽法やロータリー鍛造押し込み法では、縮径のみの加工を行っており、加工後の管外径はダイス径で一義的に決まり、肉厚もダイスとプラグにより一義的に決まるため、同一素管からは一義的な加工度しか得られず、同一素管から加工度の異なる同じサイズの管を製造することはほとんど不可能であった。そのため、同じサイズで加工度の異なる管を製造するためには、複数サイズの素管を用意して縮径率を変

えることを余儀なくされ、素管製造に多大な手間がかかっていた。

上述のように、従来の技術では高寸法精度の管を得るのが難しく、また、サイズが同じで加工度が異なる管を製造する際にはサイズの異なる素管を多数用意しなければならないという問題があった。

本発明者らは、上記の問題を解決するために、引き抜きよりも高い寸法精度に製管しうる加工法を検討し、押し抜きが有力候補であるとの結論を得た。押し抜きの場合、図10に示すように、管4にプラグ1を装入し、プラグ1をフローティングさせながら管4を管押し込み機3でダイス2に押し込むことにより加工バイト内では全て圧縮応力が作用する。その結果、加工バイトの入側、出側を問わず、管はプラグおよびダイスに十分接触できる。しかも、軽度の縮径率であっても、加工バイト内は圧縮応力状態となるため、引き抜きに比較して管とプラグ、管とダイスが十分接触しやすく、管は平滑化しやすくなって高寸法精度の管が得られるわけである。

しかし、押し抜き加工を行う際に、プラグが管に押し詰まって荷重が増大し、その結果、押し込まれる素管が座屈して加工が不可能になる場合が生じた。この原因としては、潤滑剤の塗布量不足、素管の表面性状の変化、押し抜き加工時の摩擦熱や加工発熱によるプラグやダイスの変形等が挙げられるが、安定して管の押し抜きを継続するには、まず加工可能であるのか否かを、加工中にその場で判定しなければならない。

従来は、管押し込み機の振動音や油圧メータのぶれなどによりオペレータが感覚的に判定し、あるいは無理に加工してダイスが割れて加工を中止し、押し抜き加工条件を見直して、再度加工していた。すなわち、押し抜き加工限界よりかなり緩い加工可能な状態でも条件変更を行ったり、極端に厳しい加工状態になってダイスが割れて始めて条件変更していた。そのため、無駄な加工時間が掛かり、あるいはダイス交換に著しく手間が掛かって、生産性が低いままであった。

従来の引き抜きでは、管の寸法精度を向上させるために、引き抜きの前に管をボンデ処理したのち金属石鹸を塗布して十分な潤滑膜を形成する必要がある。そのため、潤滑膜形成に十分な時間をかける必要があり、さらに酸洗等の管の前処理も必要であり、引き抜きの設備列には酸洗等前処理用の複数の槽や潤滑処理用の複数の槽が必要であった。また、引き抜き加工を行うために管先端部にロータリー鍛造機などで口付け加工を施す必要がある。しかし、これら設備列をオンライン化して、引き抜き加工装置の入側に配列すると、生産性が低下して大きな問題となるため、別工程で潤滑処理を行なっ

て、その管を引き抜きのオンライン設備列に投入して加工していた。

すなわち、従来の高寸法精度管の製造設備列では、長い前処理工程を必要とする引き抜き加工を前提としているために、製造能率を上げることが難しかった。

上記したように従来の冷牽法やロータリー鍛造押し込み法では、高寸法精度の管を得ることが難しく、また、管の表面品質が低下する場合があるという課題が未解決のままであった。上記の従来技術に問題点に鑑み、本発明は、管の広範囲の要求サイズに亘り、低コストで製造できて、十分な疲労強度を有する高寸法精度管、その製造方法および高能率で生産するための製造設備列を提供することを目的とする。

#### 発明の開示

上記目的を達成した本発明は、以下のとおりである。

1. 金属管を該管内にプラグを装入した状態でダイスの孔に押し込んで通過させる押し抜きを行うことにより製造された、外径偏差、内径偏差、円周方向肉厚偏差のいずれか一または二以上が 3.0 % 以下であることを特徴とする押し抜きのままの高寸法精度管。

2. 金属管を該管内にプラグを装入した状態でダイスの孔に押し込んで通過させる押し抜きを行い、前記ダイスの出側の金属管の肉厚を入側のそれ以下とすることにより製造された、外径偏差、内径偏差、円周方向肉厚偏差のいずれか一または二以上が 3.0 % 以下であることを特徴とする 1. に記載の押し抜きのままの高寸法精度管。

3. 前記押し抜きは金属管を該管の同一断面内でプラグに全周外接かつダイスに全周内接させながら行うものであることを特徴とする 1 または 2 に記載の高寸法精度管。

4. 前記ダイスが一体型および／または固定型ダイスであることを特徴とする 1. ～ 3. のいずれかに記載の高寸法精度管。

5. 金属管を該管内にプラグを装入した状態でダイスの孔に押し込んで通過させる押し抜きを行うことを特徴とする高寸法精度管の製造方法。

6. 前記ダイスの出側の管の肉厚を同入側の同管の肉厚以下とすることを特徴とする 5 に記載の高寸法精度管の製造方法。

7. 前記押し抜きは金属管を該管の同一断面内でプラグに全周外接かつダイスに全周内接させながら行うものであることを特徴とする 5. または 6. に記載の高寸法精度管の製造方法。

8. 前記ダイスが一体型および／または固定型ダイスであることを特徴とする5～7のいずれかに記載の高寸法精度管の製造方法。

9. 前記プラグがフローティングプラグであることを特徴とする5.～8.のいずれかに記載の高寸法精度管の製造方法。

10. 5.において、押し抜き加工により管の外径偏差、内径偏差、円周方向肉厚偏差のいずれか1種または2種以上を向上させて高寸法精度管とするにあたり、管内にプラグを装入しフローティングさせながら、ダイス入側の管送り込み手段で管をダイス内に連続して送り込むことを特徴とする高寸法精度管の高能率製造方法。

11. 前記管送り込み手段が、加工前の管を掴むキャタピラであることを特徴とする10.記載の高寸法精度管の高能率製造方法。

12. 前記管送り込み手段が、加工前の管を押さえるエンドレスベルトであることを特徴とする10.記載の高寸法精度管の高能率製造方法。

13. 前記管送り込み手段が、加工前の管を掴んで交互に間欠送りする間欠送り機であることを特徴とする10.記載の高寸法精度管の高能率製造方法。

14. 前記管送り込み手段が、加工前の管を順次押すプレスであることを特徴とする10.記載の高寸法精度管の高能率製造方法。

15. 前記管送り込み手段が、加工前の管を挟む孔型ロールであることを特徴とする10.記載の高寸法精度管の高能率製造方法。

16. 前記孔型ロールが2ロール以上の孔型ロールであることを特徴とする15記載の高寸法精度管の高能率製造方法。

17. 前記孔型ロールを2スタンド以上設置することを特徴とする15または16記載の高寸法精度管の高能率製造方法。

18. 5.において、管の内面および／または外面に潤滑被膜を形成させた後、管内にプラグを装入し、ダイスで管の押し抜きを行うことを特徴とする表面品質の良好な高寸法精度管の製造方法。

19. 前記潤滑被膜を形成させる管が、酸化スケールが付着したままの鋼管であることを特徴とする18.記載の表面品質の良好な高寸法精度管の製造方法。

20. 液体潤滑剤を用いて前記潤滑被膜を形成させることを特徴とする18.または19.に記載の表面品質の良好な高寸法精度管の製造方法。

21. グリース系潤滑剤を用いて前記潤滑被膜を形成させることを特徴とする18.



または 19. に記載の表面品質の良好な高寸法精度管の製造方法。

22. 乾燥性樹脂を用いて前記潤滑被膜を形成させることを特徴とする 18. または 19. に記載の表面品質の良好な高寸法精度管の製造方法。

23. 前記乾燥性樹脂、あるいは該乾燥性樹脂を溶剤で希釈した液、あるいは該乾燥性樹脂のエマルジョンを管に塗布後、温熱風にあてて、あるいは風乾して前記潤滑被膜を形成させることを特徴とする 22 に記載の表面品質の良好な高寸法精度管の製造方法。

24. 5. において、同一サイズの素管から加工度の異なる一定サイズの管を高寸法精度に製造する高寸法精度管の製造方法であって、管を拡張および縮径可能なプラグを管内に装入し、ダイスで管の押し抜きを行うことを特徴とする高寸法精度管の製造方法。

25. 前記プラグを管内でフローティングさせ、管をダイスに連続して供給することを特徴とする 24. 記載の高寸法精度管の製造方法。

26. 前記プラグは、拡張部分のテーパ角度が縮径部分のテーパ角度未満とされたプラグであることを特徴とする 24. または 25. に記載の高寸法精度管の製造方法。

27. 前記ダイスの出側の管の目標外径を同入側の管の外径未満とすることを特徴とする 24. ～ 26. のいずれかに記載の高寸法精度管の製造方法。

28. 5. において、内にプラグを装入した管をダイスの孔に押し込んで通す押し抜き加工により高寸法精度管を製造するにあたり、前記プラグとして縮径部分の表面が加工中心軸となす角度を  $5 \sim 40^\circ$ 、同縮径部分の長さを  $5 \sim 100 \text{ mm}$  としたプラグを用い、前記ダイスとして入口側の孔内面が加工中心軸となす角度を  $5 \sim 40^\circ$  としたダイスを用いることを特徴とする高寸法精度管の安定製造方法。

29. 前記プラグのベアリング部分の長さを  $5 \sim 200 \text{ mm}$  としたことを特徴とする 28. 記載の高寸法精度管の安定製造方法。

30. 前記ダイスの出側での管の肉厚を同入側での管の肉厚以下に設定することを特徴とする 28. または 29. に記載の高寸法精度管の安定製造方法。

31. 前記ダイスとして一体型固定ダイスを用いることを特徴とする 28. ～ 30. のいずれかに記載の高寸法精度管の安定製造方法。

32. 前記プラグを管内にフローティングさせることを特徴とする 28 ～ 31. のいずれかに記載の高寸法精度管の安定製造方法。

33. 5. において、管にプラグを装入しフローティングさせながら、該管をダイスに押し込んで通す押し抜きを行う高寸法精度管の製造方法において、該押し抜き加工中に、押し抜き加工方向の荷重を測定し、該測定荷重と、加工前の管である素管の材料特性から下記〔式1〕～〔式3〕のいずれかで算出した計算荷重とを比較し、その結果に基づいて押し抜き加工の継続可否を判定することを特徴とする高寸法精度管の安定製造方法。

# 記

〔式1〕  $\sigma_k \times \text{素管断面積}$

ここで、 $\sigma_k = YS \times (1 - a \times \lambda)$ ,  $\lambda = (L / \sqrt{n}) / k$ ,  $a = 0.00185 \sim 0.0155$ ,  $L$ : 素管長さ,  $k$ : 断面二次半径,  $k^2 = (d_1^2 + d_2^2) / 16$ ,  $n$ : 管端状態 ( $n = 0.25 \sim 4$ ),  $d_1$ : 素管の外径,  $d_2$ : 素管の内径,  $YS$ : 素管の降伏強度

〔式2〕 素管の降伏強度  $YS \times \text{素管断面積}$

〔式3〕 素管の引張強度  $TS \times \text{素管断面積}$

34. 前記測定荷重が前記計算荷重以下の場合は継続可と判定してそのまま加工を継続し、一方、前記測定荷重が前記計算荷重超の場合は継続否と判定し、加工を中断してダイスおよび/またはプラグを同じ製品管寸法に対応する他形状のものに交換した後、加工を再開することを特徴とする33. 記載の高寸法精度管の安定製造方法。

35. 前記交換後に用いるダイスおよび/またはプラグは、ダイスおよびプラグの角度が交換前のものよりも小さいものとすることを特徴とする34. 記載の高寸法精度管の安定製造方法。

36. 押し抜き加工前に、素管に潤滑剤を塗布するものとし、前記測定荷重が前記計算荷重超の場合にのみ、前記潤滑剤の種類を変更することを特徴とする33.～35. のいずれか記載の高寸法精度管の安定製造方法。

37. 金属管の内面全周に接触可能なプラグと、同管の外周全周に接触可能な孔をもつダイスと、同管を押す管押し機とを有し、金属管を該管内に前記プラグを装入した状態で前記管押し機で前記ダイスの孔に押し込んで通す押し抜きを実行可能に構成されたことを特徴とする高寸法精度管の製造装置。

38. 前記ダイスが一体型および/または固定型ダイスであることを特徴とする37. に記載の高寸法精度管の製造装置。

39. 前記プラグがフローティングプラグであることを特徴とする37または38.

に記載の高寸法精度管の製造装置。

40. 前記管押し機が連続的に前記管を押すものであることを特徴とする37. ～ 39. のいずれかに記載の高寸法精度管の製造装置。

41. 前記管押し機が間欠的に前記管を押すものであることを特徴とする37. ～ 39. のいずれかに記載の高寸法精度管の製造装置。

42. 37. において、管にプラグを装入しフローティングさせ、該管を連続的あるいは断続的にダイスに押し込んで通す押し抜きを行う高寸法精度管の製造方法において、孔型の異なる複数のダイスを同一円周上に配列し、これらダイスのいずれか1つを製品寸法に応じて配列の円周方向に移動させてパスライン内に配置して押し抜きに用いることを特徴とする高寸法精度管の高能率製造方法。

43. 37. において、管にプラグを装入しフローティングさせ、該管を連続的あるいは断続的にダイスに押し込んで通す押し抜きを行う高寸法精度管の製造方法において、孔型の異なる複数のダイスを同一直線上に配列し、これらダイスのいずれか1つを製品寸法に応じて配列の直線方向に移動させてパスライン内に配置して押し抜きに用いることを特徴とする高寸法精度管の高能率製造方法。

44. 前管と次管とで製品寸法を変更するにあたり、前管の押し抜き終了後、次管をダイス入側に停止させ、次管の製品寸法に応じたダイスの移動前後あるいは移動中に、同製品寸法に応じたプラグを次管に装入することを特徴とする42. または43. 記載の高寸法精度管の高能率製造方法。

45. 37. において、管を通すダイスと、パスライン内のダイスに管を押し込む押し込み機と、複数のダイスを同一円周上に配列した形で支持し該円周方向に搬送していずれか1つのダイスをパスライン内に配置するダイス回転台とを有する高寸法精度管の高能率製造装置。

46. 37. において、管を通すダイスと、パスライン内のダイスに管を押し込む押し込み機と、複数のダイスを同一直線上に配列した形で支持し該直線方向に搬送していずれか1つのダイスをパスライン内に配置するダイス直進台とを有する高寸法精度管の高能率製造装置。

47. 5. において、管にプラグを装入しフローティングさせ、該管をダイスに押し込んで通す押し抜きを行う高寸法精度管の製造方法において、前記ダイス出側直近に配設し通管方向と直交する平面内位置を予調整した孔型に前記ダイス出側の管を通すこ

とにより管の曲がりを防止することを特徴とする高寸法精度管の製造方法。

48. 前記ダイス入側および/または前記孔型出側の管をガイド筒に通すことを特徴とする47記載の高寸法精度管の製造方法。

49. 管を連続してダイスに押し込むことを特徴とする47. または48. 記載の高寸法精度管の製造方法。

50. 37. において、管を通すダイスと、該ダイスに管を押し込む押し込み機とを有する高寸法精度管の製造装置において、前記ダイス出側直近に、管を通す孔型と、該孔型を通管方向と直交する平面内での移動可能に支持する支持基板と、該支持基板に支持されて前記孔型を移動させる孔型移動機構とを有する管曲がり微調整手段を設けたことを特徴とする高寸法精度管の製造装置。

51. 前記孔型移動機構が、孔型外周部の1箇所または2箇所以上を、通管方向に動く楔状金型のテーパ面を介して通管方向と直交する方向に押す方式のものであることを特徴とする50. 記載の高寸法精度管の製造装置。

52. 前記楔状金型の動きをねじで付勢することを特徴とする51記載の高寸法精度管の製造装置。

53. 前記孔型移動機構が、孔型外周部の1箇所または2箇所以上を直接通管方向と直交する方向に押しまたは引く方式のものであることを特徴とする50. 記載の高寸法精度管の製造装置。

54. 前記押しまたは引く方式の押しまたは引きを流体圧シリンダで付勢することを特徴とする53. 記載の高寸法精度管の製造装置。

55. 前記孔型の孔径が、前記ダイスの出口孔径以上であることを特徴とする50. ～54. のいずれか記載の高寸法精度管の製造装置。

56. 前記孔型の孔がストレート孔またはテーパ付き孔であることを特徴とする50. ～55. のいずれか記載の高寸法精度管の製造装置。

57. さらに、前記ダイス入側および/または前記管曲がり微調整手段出側の管を通すガイド筒を有することを特徴とする50. ～56. のいずれか記載の高寸法精度管の製造装置。

58. 前記押し込み機が、管を連続して押し込み可能な連続押し込み機であることを特徴とする50. ～57. のいずれか記載の高寸法精度管の製造装置。

59. 37. に記載された押し抜き加工装置を有する高寸法精度管の製造設備列で

あって、管の端面を管軸方向に直角に研削する管端面研削装置と、管に潤滑剤を浸漬塗布する潤滑剤浸漬塗布槽と、潤滑剤を塗布された管を乾燥させる乾燥装置と、前記押し抜き加工装置とをこの順に配置したことを特徴とする高寸法精度管の製造設備列。

60. さらに、管を短尺に切断する切断装置を、前記管端面研削装置の入側に配置したことを特徴とする59. 記載の高寸法精度管の製造設備列。

61. 前記潤滑剤浸漬塗布槽および前記乾燥装置に代えて、前記押し抜き加工装置のダイス入側に、管に潤滑剤を吹き付け塗布する潤滑剤吹き付け塗布装置、または管に潤滑剤を吹き付け塗布したのち乾燥させる潤滑剤吹き付け塗布乾燥装置を配置したことを特徴とする59. または60. 記載の高寸法精度管の製造設備列。

62. 前記押し抜き加工装置に併設して、前記ダイスを交換するダイス交換装置、前記プラグを交換するプラグ交換装置、前記ダイス出側の管の曲がりを防止する曲がり防止装置のうち1つまたは2つ以上を配置したことを特徴とする59. ～61. のいずれか記載の高寸法精度管の製造設備列。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明で用いる押し抜きの実施形態を示す説明図である。

図2は、従来の引き抜きの実施形態を示す説明図である。

図3Aは、従来の分割ダイスを装着して揺動させるロータリー鍛造機による押し込みの実施形態を示す説明図であり、管中心軸を含む断面図である。

図3Bは、従来の分割ダイスを装着して揺動させるロータリー鍛造機による押し込みの実施形態を示す説明図であり、A-A矢視図である。

図4は、疲労試験の応力と耐久回数の関係を示す特性図である。

図5は、管送り込み手段としてキャタピラを用いた本発明例を示す縦断面図である。

図6は、管送り込み手段としてエンドレスベルトを用いた本発明例を示す縦断面図である。

図7は、管送り込み手段として間欠送り機を用いた本発明例を示す縦断面図である。

図8は、管送り込み手段として孔型ロールを用いた本発明例を示す縦断面図である。

図9は、プラグの部分のテーパ角度の説明図である。

図10は、押し抜き加工の概要を示す断面図である。

図11は、本発明装置の第1例を用いた本発明方法の実施形態を示す模式図である。

図 1 2 は、本発明装置の第 2 例を用いた本発明方法の実施形態を示す模式図である。

図 1 3 は、比較例（ダイスを人手で交換）についての説明図である。

図 1 4 は、本発明の実施例の 1 つを示す斜視図である。

図 1 5 は、本発明に係る管曲がり微調整手段の 1 例を示す平面図である。

図 1 6 は、本発明に係る孔型移動機構の 1 例を示す断面図である。

図 1 7 は、本発明の実施例の 1 つを示す斜視図である。

図 1 8 は、本発明に係る管曲がり微調整手段の 1 例を示す平面図である。

図 1 9 は、比較例の 1 つを示す斜視図である。

図 2 0 は、比較例の 1 つを示す斜視図である。

図 2 1 は、比較例の 1 つを示す斜視図である。

図 2 2 は、本発明の実施例とした設備列の配置を示す模式図である。

図 2 3 は、比較例とした設備列の配置および引き抜き加工に必要な前処理工程を示す模式図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

従来の冷牽法において、ダイスとプラグを用いて金属管を引き抜いた場合、管の寸法精度を向上させることが困難であった。その理由は、引き抜き力が張力として作用するため、加工バイト内でのダイスと管外面、および、プラグと管内面の接触が不十分となるからである。図 2 に示すように、管 5 内にプラグ 1 を装入して管 5 をダイス 2 の孔から引き抜くことにより、ダイス 2 の出側で加えられた引き抜き力 9 によって、加工バイト内部には引張応力が発生して、加工バイトの入口から出側に向かって管の内外面に凹凸が発生し増加する。また、加工バイト内の入口側では、プラグ 1 に管内面が沿って変形するため管外面は接触しないかあるいは軽度に接触するにとどまる。加工バイト内の出口側では、ダイス 2 に管外面が接触して変形するため管内面は接触しないかあるいは軽度に接触するにとどまる。そのため、管の内外面ともに自由に変形できる部分が存在して凹凸を十分平滑化できず、引き抜き後に得られる管の寸法精度は低かった。

これに比較して、本発明の押し抜き法では、図 1 に示すように、管 5 内にプラグ 1 を装入して管 5 をダイス 2 の孔に押し込んで通過させる。ダイス 2 の入側で加えられた押し込み力 8 によって、加工バイト内部には全面的に圧縮応力が作用する。その結果、加工バイトの入側、出側のいずれにあっても、管 5 はプラグ 1 およびダイス 2 に同一断面

内で円周方向全域に亘り十分接触できる。しかも、軽度の縮径率であっても、加工パイ  
ト内部は圧縮応力となるため、引き抜きに比較して管とプラグ、管とダイスが同一断面  
内で円周方向全域に亘り接触する。このため管は平滑化しやすくなり、高寸法精度の管  
が得られる。

その結果、これらの管の疲労強度を比較すると、押し抜きにより製造した管は従来の  
引き抜きにより製造した管に比較して目標とする十分な疲労強度を得ることができる。  
また、押し抜きの場合、縮径率が小さくても管内外面の平滑化が可能なため引き抜きの  
場合に比べて加工歪みが大きくなり、よって縮径後の熱処理負荷も軽くて、製造コス  
トは低くなる。

図 3 に示す従来のロータリー鍛造機 8 を用いた押し込みでは、一体型のものを円周方  
向に分割した分割ダイス 9 を用いてダイスを揺動 12 させて加工するため、段差が生じ  
て肉厚精度を十分良好にすることができなかったのに対し、本発明では、そのような段  
差は全く生じず、その結果として管の内外面とも平滑化できて、十分な疲労強度を得る  
ことができる。本発明では、例えば、ダイスを一体型ダイスとして段差をなくしても良  
く、あるいは固定型ダイスとして揺動回転による段差を防止しても良い。勿論、ダイス  
を一体型かつ固定型ダイスとして段差を防止しても良い。

さらに、本発明では、従来のロータリー鍛造機を用いてダイスを揺動させる方法に比  
較して装置構造をより簡素にすることができ、加工に十分な荷重を加えることができ、  
ダイス入側の肉厚に比較して出側の肉厚を同等あるいはそれ以下とすることによる荷重  
の増加に対しても、十分加工が可能であるから、広範囲の要求サイズに対して寸法精度  
が良好で疲労強度も十分な管が得られる。

従来、金属管の外径偏差、内径偏差、円周方向肉厚偏差を 3.0 % 以下にする方法とし  
て、機械加工（材料の部分的除去を伴う加工）による方法が公知であるが、加工費用が  
多大となり、作業能率も悪く、また、長尺で小径の金属管の加工は困難であった。した  
がって、自動車部品のドライブシャフト等へ適用するのは難しい。

上記機械加工された金属管と本金属管（本発明に係る押し抜きままの金属管）を識別  
する方法としては、本金属管の表面には製造の前工程の加熱、圧延等により黒皮が付着  
しているのに対し、機械加工されたものは黒皮が除去されているので、管表面の状況を  
観察するという方法が挙げられ、この方法により識別が可能である。

さらに、本金属管は、従来のロータリー鍛造機を用いて鋼管をダイスに押し込んで加

## 14

工する方法（例えば特許文献 1， 2， 3 参照）で製造されたものに比べて肉厚偏差が数倍優れている。すなわち、過去、押し抜きのままで外径偏差、内径偏差、円周方向肉厚偏差のいずれか一または二以上が 3.0 % 以下となっている鋼管は得られなかった。

本発明において、寸法精度の指標とした外径偏差、内径偏差および円周方向肉厚偏差は、次のようにして求める。

外径（または内径）偏差は、マイクロメータを管外面（または内面）に接触させて、管を回転して測定した外径（または内径）の円周方向分布データから、目標外径（または目標内径）に対する最大偏差として算出するか、または、レーザ光を管外面（または内面）に当てて測定した管とレーザ発振源との距離の円周方向分布データから、目標外径（または目標内径）に対する最大偏差として算出する。または、管の円周方向断面を画像解析して、真円からの偏差を円周方向に算出して外径（または内径）偏差を算出してもよい。

円周方向肉厚偏差は、上記外径の円周方向分布データと上記内径の円周方向分布データの差として算出するか、または、管の円周方向断面を画像解析して、肉厚断面の画像から目標肉厚に対する最大偏差として直接測定する。

また、測定は管の先・後端部より 150mm を除いた任意の位置で 10mm 以下のピッチで行い、10 点以上の測定点の値より求めるものとする。

すなわち、外径偏差、内径偏差および肉厚偏差（＝円周方向肉厚偏差）は次のように定義される。

外径偏差：(最大外径－最小外径) / 目標外径（あるいは平均外径）×100 (%)

内径偏差：(最大内径－最小内径) / 目標内径（あるいは平均内径）×100 (%)

肉厚偏差：(最大肉厚－最小肉厚) / 目標肉厚（あるいは平均肉厚）×100 (%)

本発明の高寸法精度管は、上記三寸法精度指標の一または二以上が 3.0 % 以下となっている金属管であるから、3.0 % 以下の高寸法精度が要求される自動車用駆動系部品等の金属管として使用することができる。

また、図 3 A、図 3 B に示す従来のロータリー鍛造押し込み法では、ダイス 4 を分割物としてかつ揺動 1 2 させて用いているため、ダイス分割による段差、あるいは、高応力下での円周方向に異なるダイスの剛性に起因する不均一変形を原因として、円周方向肉厚偏差を十分良好なものにすることができなかった。

これに比較して、本発明の押し抜きでは、ダイスは一体物でよく揺動させる必要がな



いから、不均一変形が発生せず、その結果として管内面、管外面とも平滑化できる。

さらに、従来のロータリー鍛造押し込み法ではダイス4の揺動12に連動して管5を送ることが必須であるため、ダイスの衝撃荷重限界から揺動速度を一定以上に上げられず、加工能率が低い。また、従来の引き抜きでは管の先端を強力に挟んで張力を加える必要があることから、管の先端を窄めて管を引き抜く必要があつて、単発で加工せざるを得ず、加工能率が著しく低かった。

これに対し、本発明は押し抜きであつてかつプラグをフローティングさせるため、管送り込み手段3を用いて管にダイス入側から押し込み力15を作用させ、ダイス内に連続して送り込むことが可能である。従来に比して格段に高能率の加工が可能になる。なお、ここでいう「連続して送り込む」とは、図1に示すように、ある管5とその次の管5とを間断なく送り込むことを指し、管体を通管方向に移動させる形態は、連続的移動または停止時間が最小限度とする間欠的移動であつてもよい。

管送り込み手段3の好適なものとしては、加工前の管5を掴むキャタピラ13（管を掴む小片を無限軌道状に繋げたもの；図5参照）、加工前の管5を押さえるエンドレスベル14（図6参照）、加工前の管を掴んで交互に間欠送りする間欠送り機15（図7参照）、加工前の管を順次押すプレス（図示省略）、加工前の管を挟む孔型ロール16（図8参照）などが挙げられる。これらの1種又は2種以上を組み合わせることで管送り込み手段3を構成してもよい。

管送り込み手段は、管のサイズ（径、長さ、肉厚）、管を押し抜きするのに必要な力、押し抜き後の管に要求される長さ等により最適に選択されるが、管を挟んだり押さえたりした際の疵を防止しつつ必要な押し抜き力を確保することも重要である。

なお、孔型ロールで加工前の管を挟む場合、2ロール以上の孔型ロールを用いる形態、および／または、孔型ロールを2スタンド以上設置する形態を採用すると、管に疵を発生させずに押し抜き力を確保しやすいので好ましい。

また、プラグをフローティングさせると、ダイスおよびプラグの角度、ダイスおよびプラグの表面の潤滑等が複雑に関与する押し抜き条件が変動しても、常に安定して圧縮応力が加わる位置にプラグが存在するため、安定して良好な寸法精度を得ることができる。

また、高寸法精度管の製造にあたり、プラグ外面と管内面、ダイス内面と管外面の間を潤滑すると、加工中に管表面に焼付き等の疵が発生しないため、表面品質の良好な管

が製造できる。さらに潤滑により摩擦力が低減するので、加工に必要な荷重を低減できて加工エネルギーを節減でき、また生産能率も向上する。

発明者らは種々の潤滑方法を検討した結果、以下の方法を見出し、本発明の要件とした。すなわち、管の内面、外面のいずれか一方又は両方に予め潤滑被膜を形成させて押し抜きを行う。潤滑被膜の形成に用いる潤滑剤としては、液体潤滑剤、グリース系潤滑剤、乾燥性樹脂のいずれもが好ましい。液体潤滑剤としては、鉱物油、合成エステル、動植物油脂、およびこれらに添加剤を混合させたものなどが挙げられる。グリース系潤滑剤としては、Li系グリース潤滑剤、Na系グリース潤滑剤、これらに二硫化モリブデンなどの添加剤を含むものなどが挙げられる。乾燥性樹脂としては、ポリアクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリビニル系樹脂、ポリエステル系樹脂などが挙げられる。

前記樹脂を用いて潤滑被膜を形成させる方法は、前記樹脂あるいは前記樹脂を溶剤で希釈した液、あるいは前記樹脂のエマルジョンを管に塗布する。して温熱風にあてて乾燥させる、あるいは風乾する方法が好ましい。前記樹脂を希釈する溶剤としては、エーテル類、ケトン類、芳香族系炭化水素、直鎖系・側鎖系炭化水素などが挙げられる。前記樹脂のエマルジョンを得るための分散媒としては、水、アルコール類、これらの混合物などが挙げられる。

さらに能率良く高寸法精度管を製造するには、熱延鋼板をそのまま電縫溶接した電縫鋼管、あるいは炉で加熱されたままの継目無鋼管などを、酸化スケール除去せずにそのまま加工すると良く、またそのようにすれば処理コストを低減できる。

従来の冷牽法やロータリー鍛造押し込み法では、縮径のみの加工を行なっている。同一サイズの素管からは一義的な加工度しか得られず、加工度の異なる同一外径の管を製造することはほとんど不可能であった。これに対し、本発明では、図1に示すように、プラグ1に、管4を拡張させる拡張部分1Aおよび前記拡張させられた管4をダイス2との協力下で縮径させる縮径部分1Bを設けることとした。これにより、同一サイズの素管を用いて加工度の異なる一定サイズの管を製造することが可能になる。素管および押し抜き加工後の管のサイズはそれぞれ一定としても、プラグの拡張部分による拡張率を加減するだけで、プラグの縮径部分による縮径率も必然的に増減し、その結果、得られた管の加工度は異なってくるからである。

$$\text{拡張率} = 1 - D_0 / D_1$$

$$\text{縮径率} = 1 - D_2 / D_1$$

ただし、

D 0 : 素管の外径、

D 1 : 拡張後の目標外径

D 2 : 縮径後の目標外径

また、本発明では、製造能率を上げる観点から、管をダイスに次々と連続して供給することが好ましい。その場合、プラグがダイス入側あるいは出側から支持されたものであるとその支持に用いるバーやワイヤ等の手段が障害となって、管を連続して供給するのが困難となる。したがって、プラグは管内にフローティングさせることが好ましい。

また、本発明の押し抜きを安定して実施するには、加工中にプラグを安定化させる必要がある。すなわち、ダイスに対する適正な位置からずれないようにする必要がある。この点について検討した。プラグは拡張および縮径により管から面圧を受ける。縮径側の面圧を拡張側のそれよりも大きくするとプラグの安定化が図れることがわかった。縮径側の面圧を拡張側のそれよりも大きくするには、一つは、図9に示すように、プラグ1の拡張部分1Aのテーパ角度 $\theta A$ を縮径部分1Bのテーパ角度 $\theta B$ 未満とするのが有効である。ここで、プラグの部分のテーパ角度とは、その部分の表面と管の進行方向に沿わされるプラグ中心軸に平行な直線17とのなす角度を意味する。なお、好ましくは、 $\theta A = 0.3 \sim 35^\circ$ 、 $\theta B = 3 \sim 45^\circ$ である。もう一つは、縮径率を拡張率よりも大きくするとよく、そのためにはダイスの出側の管外径を入側の管外径未満とするのが有効である。

本発明では、一体型固定ダイスを用いることができるから、ダイス分割による段差や円周方向の不均一変形が全く発生しない。その結果として管内面、管外面とも平滑化できる。また、一体型固定ダイスの使用により、加工に十分な荷重を加えることができる。ダイス出側の肉厚を同入側の肉厚と同等あるいはそれより小さく設定することにより荷重が増加しても十分加工が可能である。その結果、寸法精度の良好な管が得られる。一つの素管サイズから製造可能な製品管サイズの範囲が拡大する。

もっとも、押し抜き加工を安定して行なうためには、発明者らにより見出された要件を満たすプラグとダイスを用いる必要がある。その要件とは、プラグの縮径部分の表面が加工中心軸となす角度（：プラグ縮径部角度）を $5 \sim 40^\circ$ 、同部分の長さ（：プラグ縮径部長さ）を $5 \sim 100 \text{ mm}$ とし、かつ、ダイスの入口側の孔内面が加工中心軸となす角度（：ダイス角度）を $5 \sim 40^\circ$ とすることである。好ましくはさらに、プラグの

ベアリング部分の長さ（：プラグベアリング部長さ）を5～200mmとすることである。ここで、加工中心軸とは、プラグではプラグの直径方向断面に垂直でかつ同断面の中心を通る軸、ダイスではダイス孔の直径方向断面に垂直でかつ同断面の中心を通る軸を意味し、ベアリング部分とは、縮径部分の最小径部に連なる円柱部分を意味する。

プラグとダイスを上記のように規定した理由は以下のとおりである。

（プラグ縮径部角度：5～40°）

プラグ縮径部角度を5°未満とすると、プラグが材料（：管）とともに抜けてしまう場合があり、一方、プラグ縮径部角度を40°超とすると、プラグと材料がダイスに押し詰まって押し抜き加工ができなくなる場合がある。

（プラグ縮径部長さ：5～100mm）

プラグ縮径部長さを5mm未満とすると、プラグが材料とともに抜けてしまう場合があり、一方、プラグ縮径部長さを100mm超とすると、プラグと材料との摩擦力が増加して両者がダイスに押し詰まって押し抜き加工ができなくなる場合がある。

（ダイス角度：5～40°）

ダイス角度を5°未満とすると、プラグが材料にめり込んだまま材料とともに抜けてしまう場合があり、一方、ダイス角度を40°超とすると、プラグと材料がダイスに押し詰まって押し抜き加工ができなくなる場合がある。

（プラグベアリング部長さ：5～200mm）

プラグには縮径部分にかかる材料およびダイスからの反力によりダイス入側に抜けようとする力が作用しているが、これに釣合ってプラグをダイス出側に押し出す力を加えてプラグを安定化する必要がある。それには、プラグにベアリング部を設けてこの表面に作用する摩擦力を利用するのがよい。発明者らの検討では、この摩擦力をプラグの十分な安定化に資するためには、プラグベアリング部長さを5～200mmとするとよい。プラグベアリング部長さが5mm未満では、プラグを押し出す摩擦力が不足して、プラグは材料およびダイスの反力でダイス入側に押し戻されやすく、一方、プラグベアリング部長さが200mm超であると摩擦力が大きすぎ

て、プラグはダイス出側に押し出されやすくなり、いずれもプラグの位置が不安定になる。

また、本発明では、プラグをフローティングさせることにより、ダイスおよびプラグの角度、それらの表面の潤滑等が複雑に関与する押し抜き条件が変動しても、常に安定した圧縮応力状態が得られる位置にプラグを置くことができる。また、ダイス出側の肉厚を入側の肉厚以下に設定すると、押し抜き加工の安定性がさらに向上するので好ましい。

押し抜き加工を行う際に、プラグが管に押し詰まって荷重が増大し、その結果、押し込まれる素管が座屈して加工が不可能になる場合があるため、安定して押し抜き加工を行うには素管の座屈を未然に防止することが必要である。そこで、本発明者らは、押し抜き時の荷重に着目した。すなわち、プラグが押し詰まると押し抜き加工方向の荷重が著しく増大するので、この荷重がある特定値以下であれば押し抜きが可能であるし、その特定値を超える場合は押し抜き不可能として、押し抜き条件を最適なものに変更すればよいわけである。この特定値を押し抜き限界荷重と称する。

押し抜きが不可能になる場合は押し込まれる素管が座屈することから、管の座屈を表す式から押し抜き限界荷重を設定すれば、これ以下の荷重では安定して押し抜きができる。管の座屈を表す式は材料の弾性率から求めるオイラー式がよく知られているが、本発明者らの検討では、実際の現象とかけ離れた値を示して全く適用できなかった。そこで、これとは異なる種々の座屈式を検討した結果、次の式4が最も良く実際の現象を表すことがわかった。

〔式4〕  $\sigma_k \times$  素管断面積

ここで、

$$\sigma_k = YS \times (1 - a \times \lambda),$$

$$\lambda = (L / \sqrt{n}) / k,$$

$$a = 0.00185 \sim 0.0155,$$

$L$  : 素管長さ,

$k$  : 断面二次半径,

$$k^2 = (d_1^2 + d_2^2) / 16,$$

$n$  : 管端状態 ( $n = 0.25 \sim 4$ ),

$d_1$  : 素管の外径,

$d_2$  : 素管の内径,

$YS$  : 素管の降伏強度

安定して押し抜きを行うことを可能にするには、測定した押し抜き方向の荷重（測定荷重）が式4の値（計算荷重）を超えない場合は押し抜きをそのまま継続すればよく、超えた場合は押し抜きを一旦中断して、条件を変更して押し抜きを再開すればよいわけである。

もともと、式4はやや複雑であり、より簡易的に判定したい場合は、式4を簡素化した次の式5を用いると良い。

〔式5〕 素管の降伏強度  $YS \times$  素管断面積

式5は式4よりも最大1割程度、押し抜き限界荷重を大きく示すが、簡易的には充分判定できることを本発明者らは把握した。

また、著しく短い（例えば0.2 m程度以下）素管を押し抜き加工する場合や、管が多少座屈しても加工速度を速めてダイスが割れない程度まで荷重を増大させて一気に加工する場合などは、次の式6を用いてもよい。

〔式6〕 素管の引張強度  $TS \times$  素管断面積

なお、上記測定荷重（押し抜き加工方向の実際の荷重）の測定方法は、押し抜きのポンチに設置したロードセルで測定したり、ダイスを架台から浮かせてそのダイスと一体としたロードセルで測定する方法が好ましい。

また、測定荷重が式4～6のいずれかで算出された計算荷重を超えた場合、すなわち加工不可能と判定された場合の措置としては、押し抜き加工を一旦中断し、ダイスおよび/またはプラグを、同じ製品管寸法に対応する他形状のものに交換した後、加工を再開するとよい。ここで、同じ製品管寸法に対応する他形状のダイスおよび/またはプラグは、同一の素管を加工するものであることから、同じ縮径率に設定されたもののうちから選定すればよい。

また、より安定した加工条件とするには、本発明者らの検討によれば、交換後に用いるダイスおよびプラグの角度（図10参照）を交換前のそれよりも小さくすることが好適であることが判明した。

さらに安定して加工可能な条件とするには、素管に塗布する潤滑剤の種

類を変更すれば良い。もっとも、簡便さの点から、塗布槽内の潤滑剤中に素管を浸漬するという方法で潤滑剤の塗布を行う場合、塗布槽内の潤滑剤の入れ替え等に手間がかかるので、種類の変更を高頻度には行いにくい。よって、潤滑剤としては、押し抜き加工方向の荷重を著しく低減できる性能の良いものを、予め実験を行って選定しておくことが肝要である。

これに比較して、本発明に係る押し抜きの場合は、図1に示すように、管4内にプラグ1を装入して管4をダイス2の孔に押し込んで通過させる。ここで、前記プラグは加工バイト内部で管内面全周に接触可能であり、前記孔は加工バイト内部で管外面全周に接触可能である。ダイス2の入側で加えられた押し込み力11によって、加工バイト内部には全面的に圧縮応力が作用する。その結果、加工バイト内の入口側、出口側のいずれにあっても、管4はプラグ1およびダイス2に十分接触できる。しかも、軽度の縮径率であっても、加工バイト内部は圧縮応力となるため、引き抜きに比較して管とプラグ、管とダイスが十分接触しやすく、管は平滑化しやすくなり、高寸法精度の管が得られる。また、押し抜きの場合、縮径率が小さくても管内外面の平滑化が可能であり、引き抜きの場合に比べて加工歪みが小さいから、縮径後の熱処理負荷も軽く、あるいは熱処理が省略できて、製造コストは低くなる。

そこで、本発明の装置の構成は、金属管4の内面全周に接触可能なプラグ1と、同管4の外面全周に接触可能な孔をもつダイス2と、同管4を押す管押し機3とを有し、金属管4を前記管内にプラグ1を装入した状態で管押し機3でダイス2の孔に押し込んで通す押し抜きを実行可能であることを特徴とする。

また、図3に示す従来のロータリー鍛造機8を用いた押し込みでは、一体型のものを円周方向に分割した分割ダイス9を用い、さらにその分割ダイス9を揺動12させているため、分割による段差、あるいは高応力下で円周方向に異なるダイスの剛性によって不均一変形が生ずることから、肉厚精度を十分良好にすることができなかった。これに対し、本発明の押し抜き実行可能に構成された装置では、同一断面内で管外面全周に接触する孔をもつダイスの孔に金属管を通すものであるから、分割ダイスで生じるような段差は全く生じず、その結果として管の内外面とも平滑化することができるのである。

さらに、本発明では、ダイスとして一体型固定ダイスを用いる。従来のロータリー鍛造機に装着した分割ダイスを用いる方法に比較して装置構造をより簡素にすることができる。加工に十分な荷重を加えることができ、ダイス入側の肉厚に比較して出側の肉

厚を同等あるいはそれ以下として荷重が増加しても、十分加工が可能である。広範囲の製品要求サイズにおいて寸法精度が著しく良好な金属管が得られる。

また、本発明では、プラグをフローティングさせる。ダイスおよびプラグの角度、ダイスおよびプラグ表面の潤滑等、押し抜き条件が複雑に変動しても、常に安定して圧縮応力が加わる場所にプラグが位置する。このため、安定して良好な寸法精度を得ることができる。

さらに、従来の引き抜きでは、管の先端をすぼめてその部分を引張る必要があり、管を単発で加工せざるを得なかった。これに対し、本発明では、管を押すから管の先端をすぼめる必要はなく、次々に管をそのまま押すことが可能である。プラグをフローティングさせれば連続して押し抜きが可能になり、著しく生産性が向上する。また、管の長さが短い場合は、管押し機として間欠的に押し動作を行うものを用いることにより、生産性を高く保って高寸法精度管を製造することができる。なお、管押し機は、管の胴部を支持して押してもよく、管の片端を押してもよい。

押し抜きが必要な管は、その製品寸法が多種多様である。押し抜きにおいて、製品の外径寸法を変更するには孔型の異なるダイスを準備して、製品の外径寸法が変更される毎にダイスを交換する必要がある。なお、ダイスの孔型寸法は通常、径、角度、テーパ長で表される。

しかし、製品の外径寸法は最小数トン単位と細かなロット毎に異なっており、その変更の都度、前に使用したダイスを取り外して、次に使用するダイスを取り付ける必要があるが、ダイスの取り付け精度が $\pm 0.1 \text{ mm}$ 単位と厳しいために、かなりの時間と労力を要していた。

このダイス交換の時間と労力を削減するためには、製品の外径寸法に応じた種々異なる孔型のダイスを準備し、それらを並べて、順繰りに交換すればよいことを本発明者らは見出した。

管にプラグを装入しフローティングさせ、前記管を連続的あるいは断続的にダイスに押し込んで通す押し抜きを行う高寸法精度管の製造方法において、孔型の異なる複数のダイスを同一円周上に配列する。目標とする製品寸法に応じた孔型のダイスだけを配列の円周方向に回転移動させてパスライン内に配置して押し抜きに用いる。次管の目標とする製品寸法が前管と異なる場合には、その外径寸法に応じた孔型のダイスを同様に回転移動させてパスライン内に配置して押し抜きに用いるようにすればよい。



1つには、例えば図11に示すように、管4を通すダイス2と、パスライン内のダイス2に管4を押し込む押し込み機2と、複数のダイス2、20、…、20を同一円周上に配列した形で支持し円周方向に搬送する。いずれか1つのダイス2をパスライン内に配置するダイス回転台19とを有する装置を用いれば容易に実施できる。

また、もう1つには、孔型の異なる複数のダイスを同一直線上に配列し、これらダイスのいずれか1つを製品寸法に応じて配列の直線方向に移動させてパスライン内に配置して押し抜きに用いるようにすればよい。

これは、例えば図12に示すような、管4を通すダイス2と、パスライン内のダイス3に管4を押し込む押し込み機2と、複数のダイス2、20、…、20を同一直線上に配列した形で支持し直線方向に搬送する。いずれか1つのダイス2をパスライン内に配置するダイス直進台23とを有する装置を用いれば容易に実施できる。

さらに、プラグの装入についても能率良く行う必要がある。ダイス交換中にプラグも容易に交換可能であれば、能率がさらに向上する。前の加工に用いたプラグ1はダイス内に取り残されるため、ダイスの交換とともに持ち去られる。次の加工に必要なプラグ22をダイスの交換中に管に装入できるとよい。

そのためには、前記本発明方法の第1、第2のいずれかにおいて、前管と次管とで製品寸法を変更するにあたり、前管の押し抜き終了後、次管をダイス入側に停止させる。次管の製品寸法に応じたダイスの移動前後あるいは移動中に、同製品寸法に応じたプラグ22を次管に装入することが好ましい。これにより、ダイスのみならずプラグも能率良く交換することができる。

押し抜き加工を行うと、ダイス出側の管が曲がりやすい。管が曲がるとその管は製品とならないため、管を曲げないように加工する技術が必要である。従来の引き抜きでは、ダイス出側の管の先端を挟んで1本ずつ張力を付加しつつ加工するため、加工能率は低い。管は引き抜き方向に案内されるので曲がりにくかった。しかし、押し抜きの場合、ダイス出側の管は動きが自由であり、ダイスの加工精度、加工前の管の肉厚精度や表面状態、ダイスおよびプラグの潤滑不均一状態などによって、容易に管が曲がる。このため、ダイス出側の管の曲がりを防止する技術が強く望まれていた。

そこで、本発明者らは、押し抜き後の管の曲がりについて、ダイスの入側、出側にガイド筒を設けてこれに管を通して案内する実験を行った。ガイド筒をダイスの入側、出側のいずれか一方に設けると管は曲りにくくなり、両方に設けると管はさらに曲りにく

くなり、また、ガイド筒の位置はダイス出口に近いほど曲がりにくくなる。

したがって、ガイド筒をダイス入側およびダイス出側直近に設置するとよい。すなわち、ダイス出側でかつダイスにごく近いところに設置するとよい。しかし、管の曲がり方向によっては十分に曲がり防止できないことがわかった。管の曲がり方向にかかわらず曲がりを十分に防止するには、管外面とガイド筒内面との隙間をほとんどゼロにする必要がある。しかしそうすると、管がガイド筒に接触し過ぎて疵が発生したり、押し抜き力が著しく増大するという問題があることがわかった。

本発明者らは、管の曲がり方がダイス出側直近ですでに始まっていることを把握した。すなわち、ダイスの加工精度、加工前の管の肉厚精度や表面状態、ダイスおよびプラグの潤滑不均一状態などによって管に残留応力が発生し、ダイス出側直近でこの残留応力が急激に解放されるため曲がりが生じやすいわけである。そこで、ダイス出側直近に管の曲がり方向を微調整できる手段を設ければ、管の曲がりを十分に防止できることになる。

本発明者らが鋭意検討した結果、前記ダイス出側直近に、管を通す孔型と、前記孔型を通管方向と直交する平面内での移動可能に支持する支持基板と、前記支持基板に支持されて前記孔型を移動させる孔型移動機構とを有する管曲がり微調整手段を設けた。前記孔型移動機構を用いて前記支持基板面内で微小移動させて通管方向と直交する平面内位置を予め微調整した前記孔型に前記ダイス出側の管を通すことにより、管の曲がりを充分防止できることを把握した。

孔型位置を微調整するには、例えば、実生産前にダミー管を複数用い、孔型位置を数点変えた押し抜き加工実験を行って管の曲がりを測定して、孔型位置の変分と押し抜き後の管の曲がりの変分との関係を求めておく。実生産時に管の曲がり方が所定の閾値を超えそうになったら、前記関係に基づいて曲がり方が小さくなる方位に孔型を移動させるという方法が好ましい。

孔型移動機構としては、例えばねじで通管方向に動かすようにした楔状金型のテーパ面を介して、孔型外周部の1箇所または2箇所以上を通管方向と直交する方向に押す方式が好ましい。あるいは、例えば流体圧シリンダ（油圧シリンダ、エアシリンダなど）で直接、孔型外周部の1箇所または2箇所以上を通管方向と直交する方向に押しまたは引く方式が好ましい。

孔型の孔径は、ダイスの出口孔径以上とすると、管が押し抜き加工中にダイス出側で

押し詰まることがなく円滑に加工できて好ましい。特に、ダイスの出口孔径 $+0\text{ mm}$ から $+3\text{ mm}$ 以内であると微調整がやりやすいので、より好ましい。なお、孔型の孔は、ストレート孔でもよく、またテーパ付き孔でもよい。

なお、当然ながら、支持基板には、ダイスを出た管の通路と交差する位置に、同管が十分な隙間をもって通過しうる大きさの中空部を設けておく。

また、ダイス入側および/または管曲がり微調整手段出側に、ダイスに入る管および/または管曲がり微調整手段から出た管を通すガイド筒を設けると、管がダイスにほぼ垂直に入りおよび/または管曲がり微調整手段からほぼ垂直に出ることから、管の曲がりをさらに防止しやすくなって好ましい。

また、本発明では、管を連続して送ってダイスに押し込むことが好ましい。管を連続して送ることにより、単発で加工する場合に比べて、ダイスやプラグが受ける摩擦発熱や加工発熱が安定するため、さらに曲がりを防止しやすくなる。なお、押し抜きでは、引き抜きの場合のような、管先端をダイス出側の引き抜き機に把持させるための口付け加工は必要ないから、先行管尾端を後続管先端で押す形で連続して送ることで、生産能率を上げることができる。

従来の引き抜きの場合、高寸法精度を得るには十分な潤滑膜が必要であり、そのために潤滑の良好なボンデ処理を行っていた。その方法は、管を予め酸洗して酸化スケールを除去し、さらにその酸を中和するためにアルカリ洗浄し、さらに水洗する。その後、ボンデ処理を行う槽に管を浸漬して潤滑膜を形成させ、続いて金属石鹼の槽に浸漬して膜を形成させ、その後、管を熱風で乾燥させていた。そのため、これらの工程には数時間以上を要し、管の引き抜きを行う設備列にこれら工程を取り込むと著しく生産性を阻害するため、別工程で処理を行っていた。

これに比較して、押し抜き加工によれば、縮径率が小さくても高寸法精度を得やすいため、管の潤滑は簡易で良い。すなわち、管を酸洗しなくてもよく、潤滑剤を浸漬塗布した後に熱風乾燥するだけでよい。もっとも、押し抜きを連続して行うには、管の端面の直角度が重要であり、この直角度を出すための研削装置が必要である。

押し抜き加工前のこれらの処理は、管端面の直角度出し、潤滑剤浸漬塗布、乾燥の順に行うのが最も能率的である。これらの点から、本発明では、

## 26

管の端面を管軸方向に直角に研削する管端面研削装置と、管に潤滑剤を浸漬塗布する潤滑剤浸漬塗布槽と、潤滑剤を塗布された管を乾燥させる乾燥装置とをこの順に押し抜き加工装置の入側に配置した設備列としたので、高寸法精度管を能率良く製造することができる。

また、管端面の直角度出しは、管を短尺に切断した直後に行うのが、より効率的であるから、本発明の設備列は、前記管端面研削装置の入側に、管を短尺に切断する切断装置を配置したものが好ましい。

また、潤滑剤として、乾燥によって膜形成しやすいものを適用すれば、押し抜き加工装置の入側で浸漬塗布し次いで乾燥する代わりに、押し抜き加工装置内のダイス入側直近で吹き付け塗布し次いで乾燥するようにしてもよく、あるいは、潤滑性がさらに良好であれば、乾燥を省略し湿ったままの状態を管を押し抜き加工してもよい。よって、本発明の設備列は、前記潤滑剤浸漬塗布槽および前記乾燥装置に代えて、前記押し抜き加工装置のダイス入側に、管に潤滑剤を吹き付け塗布する潤滑剤吹き付け塗布装置、または管に潤滑剤を吹き付け塗布したのち乾燥させる潤滑剤吹き付け塗布乾燥装置を配置したものであってもよい。

また、押し抜き加工の能率をさらに向上させるには、ダイス、プラグがオンラインで容易に交換でき、また、ダイス出側で管が曲がらないようにすることが好ましい。これらの点から、本発明の設備列では、前記押し抜き加工装置に併設して、前記ダイスを交換するダイス交換装置、前記プラグを交換するプラグ交換装置、前記ダイス出側の管の曲がり防止装置の曲がり防止装置のうち1つまたは2つ以上を配置したものが好ましい。

ダイス（またはプラグ）交換装置は、複数の異なる寸法（および/または形状）のダイス（またはプラグ）を使用順に配列して保持し、順繰りに所定の通管ライン内位置に移送配置可能に構成したものが好ましい。曲がり防止装置は、例えば管の通し孔を有する可動ディスク等を用いて、ダイス出側直近の管に対し前記管が曲がろうとする向きとは反対向きの力を作用可能に構成したものが好ましい。

なお、従来用いられている引き抜きも、本発明で用いる押し抜きも、加工後に酸洗された表面の管が要求される場合が多いため、別工程で酸洗し

て出荷するとよい。引き抜きの場合、加工前のボンデ処理を行うにあたり潤滑剤の強固な膜を形成させるために素管を酸洗する必要がある、さらに引き抜き加工後には潤滑剤を除去するために再び酸洗が必須であり、2度酸洗を実施しなければならない。これに比較して、押し抜きの場合、加工前の潤滑処理は簡易でよく、酸化スケールが付着したままでよい、潤滑処理をオンライン化して設備列に組み込むことが可能であり、廉価で能率良い設備列が可能になる。

### 実施例 1

以下、実施例を挙げて本発明をさらに具体的に説明する。

実施例 1. 1 では、外径 40mm×肉厚 6 mm の鋼管に対し図 1 に示した形態の押し抜き加工を行った。ここでは、管内面に接触させる面を鏡面にしたプラグと、一体型固定ダイスであって管外面に接触させる面を鏡面にしたダイスを用いた。プラグは一端を固定して管内に装入した。加工条件は、出側肉厚＝入側肉厚、縮径率＝10%とした。

実施例 1. 2 では、実施例 1. 1 において縮径率＝5%とした以外は同様にして加工を行った。

実施例 1. 3 では、実施例 1. 2 においてプラグをフローティングさせた以外は同様にして加工を行った。

また、比較例 1 として、実施例 1. 2 において図 1 に示した形態の押し抜きに代えて図 2 に示した形態の引き抜きとし、かつ出側板厚＜入側板厚とした以外は同様にして加工を行なった。

また、比較例 2 として、実施例 1. 2 において一体型固定ダイスに代えて、図 3 に示した形態の分割ダイスをロータリー鍛造機に組み込んで揺動させて用い、かつ押し抜きに代えて押し込みとした以外は同様にして加工を行なった。

また、比較例 3 として、比較例 2 において加工条件を、出側肉厚＝入側肉厚＋1 mm (＝7 mm) とした以外は同様にして加工を行なった。

縮径加工後のこれら鋼管について前記三寸法精度指標を求めるとともに、これら鋼管を疲労試験に供した。その結果を表 1 に示す。

なお、表 1 に示した外径および内径偏差は、前記レーザ光を用いた測定により求め、これら測定データの円周方向分布の差から、同表の円周方向肉厚偏差を求めた。

また、表 1 に示された疲労試験の耐久限界回数とは、図 4 に示すように、応力を一定として亀裂発生までの繰返し回数（すなわち耐久回数）を求める試験にて応力レベルを種々変えて応力と耐久回数の関係を図式化した図において、耐久回数の増加につれて応力が減少傾向から略一定となり始める屈曲点での耐久回数を意味し、この値が大きいほど疲労強度は良好である。すなわち、この例の場合は、応力約 150MPa での耐久回数である。

表 1 より、実施例 1. 1 ~ 1. 3 の製品管は、寸法精度が著しく良好で、疲労強度も最も良好であり、特にプラグをフローティングさせると寸法精度はさらに良好であった（実施例 1. 3）。これに対して、従来の引き抜きでは製品管の寸法精度が低下しその結果疲労強度も著しく低下していた（比較例 1）。ロータリー鍛造機を用いた押し込みでも製品管の寸法精度は低下し（比較例 2）、増肉させるとさらに低下し（比較例 3）、十分な疲労強度を得ることはできなかった。

#### 実施例 2

本発明例として、 $\phi 40\text{ mm} \times 6\text{ mm t} \times 5.5\text{ mm L}$  の鋼管を素材とし、鏡面のプラグと一体型固定ダイスを用いて、プラグをフローティングさせて鋼管内に装入し、縮径率 5 % で鋼管をダイス入側から押して、ダイス出側の鋼管肉厚をダイス入側と同じ  $6\text{ mm t}$  として押し抜きを行った。なお、管送り込み手段として図 7 に示した形態の間欠送り機を用い、管を連続してダイス内に送り込むようにした。

また、比較例 1 として、図 2 の形態の引き抜きを行った。この例では同上の鋼管を素材とし、同上のプラグとダイスを用い、プラグを鋼管内に装入し、同上の縮径率で鋼管をダイス出側から引いて、ダイス出側の鋼管肉厚を  $5.5\text{ mm t}$  と減肉させた。

また、比較例 2 として、図 3 A、図 3 B の形態のロータリー鍛造押し込み法を行った。この例では同上の鋼管を素材とし、上記一体型固定ダイスの代わりに分割ダイスを用いたロータリー鍛造機を用い、同上のプラグを鋼管内に装入し、同上の縮径率でロータリー鍛造押し込みを行って同鍛造機出側の鋼管肉厚を  $7\text{ mm t}$  に増肉させた。

これら各例の方法で製造した鋼管の寸法精度（外径偏差、内径偏差、円周方向肉厚偏差）を測定し、かつ加工能率を調査した。その結果を表 2 に示す。なお、外径偏差および内径偏差は、管の円周方向断面を画像解析して、真円からの偏差を円周方向に算出することにより求めた。また、円周方向肉厚偏差は、管の円周方向断面を画像解析して、肉厚断面の画像から平均肉厚に対する最大偏差として直接測定した。

表 2 より、本発明例の押し抜きで製造された鋼管は寸法精度が著しく良好であり、加工能率も良好であった。これに対し、比較例 1 の引き抜きで製造された鋼管では寸法精度が低下していた。また、比較例 2 のロータリー鍛造押し込みで製造された鋼管においても寸法精度は低下していた。また、引き抜き、ロータリー鍛造押し込みともに加工能率は著しく低かった。

### 実施例 3

〔比較例 3.1〕表面に熱延スケールが付着した  $\phi 40\text{mm} \times 6.0 \text{ mm t} \times 5.5 \text{ m L}$  の電縫鋼管を、図 1 に示した押し抜きにより次の条件 A で加工した。

(条件 A) プラグ：鏡面のプラグを鋼管内に装入しフローティングさせる。

ダイス：一体型固定ダイス

縮径率：5%

ダイス出側の鋼管肉厚：6.0 mm t (=入側肉厚)

〔本発明例 3.1〕同上の鋼管を、その内外両面に液体潤滑剤（鉱物油）を塗布して潤滑被膜を形成した後、比較例 1 と同様に加工した。

〔本発明例 3.2〕同上の鋼管を、その内外両面にグリース系潤滑剤（Li 系グリース潤滑剤に二硫化モリブデンを添加したもの）を塗布して潤滑被膜を形成した後、比較例 1 と同様に加工した。

〔本発明例 3.3〕同上の鋼管を、その内外両面に乾燥性樹脂（ポリアルキル系樹脂）を塗布し熱風（約 200 °C）にあてて乾燥して潤滑被膜を形成した後、比較例 1 と同様に加工した。

〔本発明例 3.4〕同上の鋼管を、その内外両面に乾燥性樹脂（ポリアルキル系樹脂）を溶剤（アセトン）で希釈した液を塗布し温風（約 50°C）にあてて乾燥して潤滑被膜を形成した後、比較例 1 と同様に加工した。

〔本発明例 3.5〕同上の鋼管を、その内外両面に乾燥性樹脂（ポリアルキル系樹脂）を分散媒（水）に分散させたエマルジョンを塗布し温風（約 70°C）にあてて乾燥して潤滑被膜を形成した後、比較例 1 と同様に加工した。

〔比較例 3.2〕同上の鋼管を、その内外両面に本発明例 1 と同じ液体潤滑剤を塗布して潤滑被膜を形成した後、図 2 に示した冷牽法により次の条件 B で加工した。

(条件 B) プラグ、ダイス、縮径率：それぞれ条件 A と同じ

ダイス出側の鋼管肉厚：5.5 mm t (<入側肉厚)

〔比較例 3. 3〕 同上の鋼管を、その内外両面に本発明例 1 と同じ液体潤滑剤を塗布して潤滑被膜を形成した後、図 3 に示したロータリー鍛造押し込み法により次の条件 C で加工した。

(条件 C) プラグ：条件 A と同じ

          ダイス：分割ダイス

          縮径率：条件 A と同じ

          ダイス出側の鋼管肉厚：7.0 mm t (>入側肉厚)

これら各例の方法で製造された鋼管について、表面疵の状態、および寸法精度（外径偏差、内径偏差、肉厚偏差）を測定した結果を表 3 に示す。なお、外径偏差および内径偏差は、管の円周方向断面を画像解析して、真円からの最大偏差（すなわち（最大径－最小径）／真円径×100 %）を円周方向に算出することにより求めた。また、肉厚偏差は、管の円周方向断面を画像解析して、肉厚断面の画像から平均肉厚に対する最大偏差（すなわち（最大肉厚－最小肉厚）／平均肉厚×100 %）として直接測定した。

表 3 より、潤滑下で押し抜きを行った本発明例ではいずれも、加工後の鋼管表面に疵は全く発生しておらず、良好な表面品質が得られ、寸法精度も著しく良好であった。これに対し、無潤滑下で押し抜きを行った比較例 1 では加工後の鋼管表面に疵が発生していた。潤滑下で冷牽法による加工を行った比較例 2 では寸法精度が低下していた。潤滑下でロータリー鍛造押し込み法による加工を行った比較例 3 では寸法精度がさらに低下していた。

なお、本実施例では、管の内外両面に潤滑被膜を形成したいいわゆる両面潤滑の場合を示したが、本発明はこれに限定されず、内面、外面のいずれか一方に潤滑被膜を形成するいわゆる片面潤滑の場合も含むものであり、この片面潤滑の場合でも、潤滑被膜を形成した側の面に疵が発生するのを有効に防止できることは明らかである。

#### 実施例 4

〔本発明例〕

φ40mm×6.0 mm t×5.5 m L の鋼管を素管とし、この素管を図 1 に概要を示した本発明（： 拡張及び縮径が可能なプラグを用いた押し抜き）により拡張し次いで縮径加工した。ダイス出側の目標肉厚は入側と同じ 6.0 mm t とした。プラグは鏡面仕上げしたものを管内にフローティングさせた。ダイスはダイス孔内面を鏡面仕上げした一体型固定ダイスを用いた。プラグの拡張率、縮径率、拡張部分と縮径部分のテーパ角度 θ A と θ B、



およびダイス出側（縮径後）の管の目標外径 $D_2$ は、行なった例ごとに表4に示した値に設定した。管はダイスに連続して供給した。

〔比較例A〕

同上の素管を図2に示した冷牽法（：縮径のみ可能）により縮径加工した。ダイス出側の目標肉厚は入側と同じ $6.0\text{ mm t}$ とした。プラグは鏡面仕上げしたものを管内にフローティングさせた。ダイスはダイス孔内面を鏡面仕上げした一体型固定ダイスを用いた。プラグの縮径率、およびダイス出側の管の目標外径は、行なった例ごとに表4に示した値に設定した。管はダイスに連続して供給した。

〔比較例B〕

同上の素管を図3に示したロータリー鍛造押し込み法（：縮径のみ可能）により縮径加工した。ダイス出側の目標肉厚は入側と同じ $6.0\text{ mm t}$ とした。プラグは鏡面仕上げしたものを管内にフローティングさせた。ダイスはダイス孔内面を鏡面仕上げした分割ダイスを用いた。プラグの縮径率、およびダイス出側の管の目標外径は、行なった例ごとに表4に示した値に設定した。管はダイスに連続して供給した。

これら各例の条件で製造された鋼管について、寸法精度（外径偏差、内径偏差、肉厚偏差）を測定した。外径偏差および内径偏差は、管の円周方向断面を画像解析して、真円からの最大偏差（すなわち（最大径－最小径）／真円径 $\times 100\%$ ）を円周方向に算出することにより求めた。また、肉厚偏差は、管の円周方向断面を画像解析して、肉厚断面の画像から平均肉厚に対する最大偏差（すなわち（最大肉厚－最小肉厚）／平均肉厚 $\times 100\%$ ）として直接測定した。また、加工度の指標として断面硬度を測定した。また、加工後に一定サイズの管が得られたか否かを判断するための指標として上記寸法精度の測定と同時に求めた加工後の管の平均外径と平均肉厚を採用した。これらの結果を表4に示す。

表4より、本発明例ではいずれも、加工後の寸法精度が著しく良好であり、プラグとダイスの組合せを変更することで、同一サイズの素管から一定サイズであってしかも加工度の異なる管を得ることができた。これに対し、比較例では、寸法精度が低下するとともに、同一サイズの素管から加工度の異なる管を得ようとする、一定サイズの外径や肉厚を得ることができなかった。なお、 $\theta A < \theta B$ 、 $D_2 < D_0$ のいずれか一方または両方を満たした本発明例では、管内でのプラグのフローティング状態が一段と安定化した。

なお、拡張率  $a$  (%) =  $(D1 - D0) / D1 \times 100$

縮径率  $b$  (%) =  $(D1 - D2) / D1 \times 100$

#### 実施例 5

(本発明例 5. 1 ~ 5. 4)

外径 40 mm × 肉厚 6 mm の電縫鋼管を素管とし、鏡面のプラグと一体型固定ダイスを用いて図 1 に示した押し抜き加工を試行した。用いたプラグおよびダイスの形状条件（プラグ縮径部角度、プラグ縮径部長さ、プラグベアリング部長さ、ダイス角度）を表 5 に示す。プラグは管内にフローティングさせた。ダイス出側の管の肉厚は 5 mm に設定した。

(比較例 5. 1 ~ 5. 4)

本発明例と同じロットの鋼管を素管とし、用いたプラグおよびダイスの形状条件を表 5 に示すように違え、それ以外は本発明例と同様にして押し抜き加工を試行した。

(従来例 5. 1)

本発明例と同じロットの鋼管を素管とし、鏡面のプラグと一体型固定ダイスを用いて図 2 に示した冷牽法による加工を試行した。用いたプラグおよびダイスの形状条件を表 5 に示す。プラグは管内にフローティングさせた。ダイス出側の管の肉厚は 5 mm に設定した。

(従来例 5. 2)

本発明例と同じロットの鋼管を素管とし、鏡面のプラグと、分割ダイスを装着したロータリー鍛造機を用いて図 3 A、図 3 B に示したロータリー鍛造押し込み法による加工を試行した。用いたプラグおよびダイスの形状条件を表 5 に示す。プラグは管内にフローティングさせた。ダイス出側の管の肉厚は 7 mm に増肉させた。

上記各例の方法での製造の可否、および製造可であった場合の製品管について測定した寸法精度（肉厚偏差、内径偏差、外径偏差）を表 5 に示す。ここで、外径偏差および内径偏差は、管の円周方向断面を画像解析して、真円からの最大偏差（すなわち（最大径 - 最小径）／真円径 × 100%）を円周方向に算出することにより求めた。また、肉厚偏差は、管の円周方向断面を画像解析して、肉厚断面の画像から平均肉厚に対する最大偏差（すなわち（最大肉厚 - 最小肉厚）／平均肉厚 × 100%）として直接測定した。

表 5 より、本発明例では安定して押し抜き加工を完遂でき、その製品管の寸法精度は

著しく良好であった。これに対して、比較例ではいずれも押し抜き加工を完遂できず、製品管が得られなかった。また、従来例では加工は完遂できたものの製品管の寸法精度は低下していた。

#### 実施例 6

##### (実施例 6. 1)

$\phi 40\text{ mm} \times 6\text{ mm t} \times 5.5\text{ mL}$ 、YS400MPa の鋼管を素管として、図 10 に示した形態において縮径率を 13% に設定した押し抜き加工による高寸法精度管の製造を試行した。製造の初期には角度  $21^\circ$  のダイスと、角度  $21^\circ$  およびテーパ長  $11\text{ mm}$  のプラグを用いた。プラグは管内にフローティングさせた。加工前の各素管には、塗布槽内の潤滑剤中に素管を浸漬することにより、潤滑剤の塗布を行った。潤滑剤には速乾性溶剤希釈高分子潤滑剤を用いた。

加工中、押し抜き方向の荷重を前記測定方法により常時測定し、その測定荷重と前記式 4 で算出した計算荷重とを比較しながら押し抜きを行った。なお、この例における式 4 では、 $a$  および  $n$  の値として、予め実験を行って導出した最適値であるところの、 $a = 0.00185$ 、 $n = 1$  (管端状態が回転自由である場合に対応する。)を用いた。

複数本目の素管の加工途中で、測定荷重が計算荷重を超えたので、加工の継続を否と判定して加工を中断し、次のように加工条件を変更した。すなわち、ダイスを角度  $11^\circ$  のものに交換し、かつプラグを角度  $11^\circ$ 、テーパ長  $20\text{ mm}$  のものに交換した。この交換後に加工を再開し、残りの複数本の素管の加工を難なく完遂できた。

なお、上記交換および加工の再開にあたっては、先使用のダイスに入っている加工途中の管のダイス入側部分とダイス出側部分とを切断して分離し、先使用のプラグが装入されている管のダイス内側部分が入ったままの先使用のダイスを所定の取り付け位置から取り外したのち、次使用のダイスを同所定の取り付け位置に取り付け、次加工用の同サイズ、同 YS の素管に後使用のプラグを装入して加工を再開した。また、前記分離された管のダイス出側部分は製品として採用できた。同管のダイス入側部分はスクラップとした。

##### (比較例 6. 1)

実施例 6. 1 と同じ鋼管を素管として、図 10 に示した形態において縮径率を 13% に設定した押し抜き加工による高寸法精度管の製造を試行した。製造の初期には角度  $21^\circ$  のダイスと、角度  $21^\circ$  およびテーパ長  $20\text{ mm}$  のプラグを用いた。プラグは管内

にフローティングさせた。加工前の各素管には、塗布槽内の潤滑剤中に素管を浸漬することにより、潤滑剤の塗布を行った。潤滑剤には速乾性溶剤希釈高分子潤滑剤を用いた。

加工中、押し抜き方向の荷重の測定は行わず、異常時の条件変更はこれをオペレータの判断に委ねた。

複数本目の素管の加工途中で、ダイスが割れたので、加工を中断し、ダイスとプラグを初期と同じものに交換し、かつ、潤滑剤塗布槽内の潤滑剤を、より分子量の大きい速乾性溶剤希釈高分子潤滑剤に総入れ替えし、しかる後に加工を再開したところ、再開時から複数本目の素管の加工途中で、再びダイスが割れた。そこで、加工を中断し、次のように加工条件を変更した。すなわち、ダイスを角度 $11^{\circ}$ のものに交換し、かつプラグを角度 $11^{\circ}$ 、テーパ長 $20\text{ mm}$ のものに交換した。この交換後に加工を再開し、残りの複数本の素管の加工を難なく完遂できた。

(比較例 6. 2)

実施例 6. 1 と同じ鋼管を素管として、縮径率を $13\%$ に設定した引き抜き加工による高寸法精度管の製造を試行した。製造の初期には角度 $21^{\circ}$ のダイスと、角度 $21^{\circ}$ およびテーパ長 $20\text{ mm}$ のプラグを用いた。プラグは管内にフローティングさせた。加工前の各素管には、ボンデ処理および金属石鹸の塗布を行うとともに、引き抜きにおいては必要な管先端への口付け加工（この口付け加工は押し抜きにおいては不要）を施した。

加工中、引き抜き方向の荷重の測定は行わず、異常時の条件変更はこれをオペレータの判断に委ねた。

複数本目の素管の加工途中で、ダイスが割れたので、加工を中断し、次のように加工条件を変更した。すなわち、ダイスを角度 $11^{\circ}$ のものに交換し、かつプラグを角度 $11^{\circ}$ 、テーパ長 $20\text{ mm}$ のものに交換した。この交換後に加工を再開し、残りの複数本の素管の加工を難なく完遂できた。

実施例および比較例について、加工途中の変更条件、相対加工時間、および加工時のロス、製品の寸法精度の調査結果とともに表 6 に示す。相対加工時間は、各例の加工に要した時間（総加工時間／総加工本数）を比較例 1 のそれで割った値で示した。寸法精度は、肉厚偏差と外径偏差で示した。これらの偏差は管の円周方向断面を画像解析したデータから、肉厚偏差は平均肉厚に対する値、外径偏差は真円（目標外径）に対する値として求めた。

表 6 から明らかなように、本発明により高寸法精度管を安定して能率良く製造することができた。

#### 実施例 7

以下、実施例を挙げて本発明をさらに具体的に説明する。

実施例 7. 1 の装置は、管内面に接触させる面を鏡面にした入側端直径 28mm、中央部直径 30mm、出側端直径 28mm のプラグ 1 と、一体型固定ダイスであって孔内面を鏡面にした孔出口直径 40mm のダイス 2 と、油圧シリンダで構成され“連続押し”と“間欠押し”のいずれの動作モードでも動作可能であって設定された動作モードで管に押し込み力を作用させる管押し機 3 とを図 1 のように組み合わせたものであり、プラグ 1 は一端を固定されて管内に装入される固定式プラグとし、管押し機 3 の動作モードは“間欠押し”に設定した。この装置を用いて、外径 40mm×肉厚 6 mm の炭素鋼鋼管の押し抜きを行い、外径 38mm×肉厚 6 mm の製品管を得た。

実施例 7. 2 では、実施例 7. 1 においてプラグ 1 を固定式プラグに代えてフローティングプラグとした以外は同様にして、外径 40mm×肉厚 6 mm の炭素鋼鋼管の押し抜きを行い、外径 38mm×肉厚 6 mm の製品管を得た。

実施例 7. 3 では、実施例 7. 2 において管押し機 3 の動作モードの設定を“間欠押し”から“連続押し”に切り替えた以外は同様にして、外径 40mm×肉厚 6 mm の炭素鋼鋼管の押し抜きを行い、外径 38mm×肉厚 6 mm の製品管を得た。

また、比較例 1 として、管内面に接触させる面を鏡面にした入側端直径 28mm、中央部直径 28mm、出側端直径 26mm のプラグ 5 と、一体型固定ダイスであって孔内面を鏡面にした孔出口直径 38mm のダイス 6 と、油圧シリンダで構成され“間欠引き”で動作可能であって設定された動作モードで管に引き抜き力を作用させる管引き機 7 とを図 2 のように組み合わせた装置を構成した。プラグ 5 は一端を固定して管内に装入される固定式プラグとした。この装置を用いて、外径 40mm×肉厚 7 mm の炭素鋼鋼管の引き抜きを行い、外径 38mm×肉厚 6 mm の製品管を得た。なお、比較例 1 では、鋼管先端をすぼめた上でダイス孔に通す手間を要した。

また、比較例 2 として、実施例 7. 1 において、プラグ 1 に代えて比較例 1 と同じプラグ 5 とし、かつダイス 2 に代えてロータリー鍛造機 8 に組み込んだ分割ダイス 9（これの出口側の内径はダイス 2 の孔出口直径と同じ）として図 3 に示すような装置構成とした以外は同様にして、外径 40mm×肉厚 5 mm の炭素鋼鋼管の押し込みを行い、外径 38mm

×肉厚 6 mm の製品管を得た。

これら製品管の寸法精度を測定した結果を表 7 に示す。なお、表 7 に示した円周方向肉厚、内径、外径の各偏差の測定方法は次の通りである。

外径（または内径）偏差は、マイクロメータを管外面（または内面）に接触させて管を回転させて測定した外径（または内径）の円周方向分布データから、真円に対する最大偏差として算出した。円周方向肉厚偏差は肉厚断面の画像から目標肉厚に対する最大偏差として直接測定した。なお、外径偏差および内径偏差はマイクロメータを接触させる代わりに、レーザ光を当てて測定した管とレーザ発振源との距離の円周方向分布データから算出しても良い。また、円周方向肉厚偏差は上記外径の円周方向分布データと上記内径の円周方向分布データの差として算出しても良い。

なお、肉厚偏差（＝円周方向肉厚偏差）、内径偏差、外径偏差は次のように定義される。

肉厚偏差＝（最大肉厚－最小肉厚）／目標肉厚（あるいは平均肉厚）×100（％）

内径偏差＝（最大内径－最小内径）／目標内径（あるいは平均内径）×100（％）

外径偏差＝（最大外径－最小外径）／目標外径（あるいは平均外径）×100（％）

表 7 より、実施例 7. 1～7. 3 の装置による製品管は、寸法精度が著しく良好であり、特にフローティングさせるとさらに良好であり（実施例 7. 2）、また連続押し抜きを行っても高寸法精度の製品管が得られた（実施例 7. 3）。これに対して、従来の引き抜きでは製品管の寸法精度が低下していた（比較例 7. 1）。ロータリー鍛造機を用いた押し込みでも製品管の寸法精度は低下していた（比較例 7. 2）。

#### 実施例 8

（本発明例 8. 1）

φ 40 mm × 6 mm t × 5.5 m L の鋼管を素材とし、図 11 に示すように、ダイス回転台 19 に予め管の加工順にそれぞれの管の製品寸法に応じた複数のダイス 2、20、…、20 を組み込み、次いで、前管 4 の製品寸法に応じたダイス 2 をパスライン内に配置して、押し込み機 2 で前管 4 をダイス 2 に押し込んで押し抜き加工を終えた後、ダイス回転台 19 を回転させて複数のダイスを順送りし、ダイス 2 に換えて次管 7 の製品の外径寸法に応じたダイス 20 をパスライン内に配置し、この際、ダイス 20 がパスライン内に配置される前に次管 5 にプラグ 22 を装入し、引続き、押し込み機 2 で次管 7 をダイス 20 に押し込んで押し抜き加工を行った。これを繰り返して種々の製品寸法の高寸法精度管を製造した。

## (本発明例 8. 2)

φ 40 mm × 6 mm t × 5.5 mL の鋼管を素材とし、図 12 に示すように、ダイス直進台 23 に予め管の加工順にそれぞれの管の製品寸法に応じた複数のダイス 2、20、…、20 を組み込み、次いで、前管 4 の製品寸法に応じたダイス 2 をパスライン内に配置して、押し込み機 2 で前管 4 をダイス 2 に押し込んで押し抜き加工を終えた後、ダイス直進台 23 を直進させて複数のダイスを順送りし、ダイス 2 に換えて次管 7 の製品の外径寸法に応じたダイス 20 をパスライン内に配置した。この際、ダイス 20 がパスライン内に配置される前に次管 5 にプラグ 22 を装入した。引続き、押し込み機 2 で次管 7 をダイス 20 に押し込んで押し抜き加工を行った。これを繰り返して種々の製品寸法の高寸法精度管を製造した。

## (比較例 8. 1)

φ 40 mm × 6 mm t × 5.5 mL の鋼管を素材とし、複数の異なる孔型のダイスを用意して、図 13 に示すとおり押し抜きを行った。始めに用いるダイス 2 をパスライン内に配置して、まず、前管 4 を押し込み機 3 でダイス 2 に押し込んで押し抜き加工を終えた。次に、人手により、ダイス 2 に換えて次管 7 の製品の外径寸法に応じたダイス 20 をパスライン内に配置した。この際、ダイス 20 がパスライン内に配置される前にパスライン内の次管 7 にプラグ 22 を装入した。その後、押し込み機 2 で次管 7 をダイス 20 に押し込んで押し抜き加工を行った。これを繰り返して種々の製品寸法の高寸法精度管を製造した。

## (比較例 8. 2)

φ 40 mm × 6 mm t × 5.5 mL の鋼管を素材とし、複数の異なる孔型のダイスを用意して、図 13 に示すとおり押し抜きを行った。始めに用いるダイス 2 をパスライン内に配置して、まず、前管 4 を押し込み機 2 でダイス 2 に押し込んで押し抜き加工を終えた。次に、人手により、ダイス 2 に換えて次管 7 の製品の外径寸法に応じたダイス 20 をパスライン内に配置した。この際、次管 7 を一旦パスライン外に移してプラグ 22 を装入したのちパスライン内に戻した。その後、押し込み機 2 で次管 7 をダイス 20 に押し込んで押し抜き加工を行った。これを繰り返して種々の製品寸法の高寸法精度管を製造した。

本発明例および比較例における加工能率および製品の寸法精度を表 8 に示す。加工能率は、単位作業時間当たりの鋼管の押し抜き本数で評価し、表 8 には、比較例 2 の加工

能率を1としてそれとの相対値で示した。寸法精度は、肉厚偏差と外径偏差で示した。これらの偏差は管の円周方向断面を画像解析したデータから、肉厚偏差は平均肉厚に対する値、外径偏差は真円（目標外径）に対する値として求めた。

表8から明らかなように、本発明により格段に押し抜き加工能率が向上した。

#### 実施例9

以下、実施例を挙げて本発明をさらに詳しく説明する。

##### （実施例9. 1）

図14に示すように、ダイス2の出側直近に管曲がり微調整手段24を設置した。なお、図示を省略したが、ダイス2入側には管4を無限軌道で挟んで連続してダイス2に押し込む方式の連続押し込み機を設置した。

管曲がり微調整手段24は、図15に示すように、管を通す孔27をもつ孔型26を、支持基板28で通管方向と直交する平面内での移動可能に支持し、同支持基板28で支持した孔型移動機構29にて孔型26外周部の4箇所 of のいずれか1箇所または2箇所以上を通管方向と直交する方向（孔型移動方向33）に押す方式とし、その押し力は、図16に示すように、テーパ面を孔型26外周部に接触させた楔状金型30をこれに螺合させた調整用ねじ31にて通管方向25に動かすことにより与えるようにした。図16において調整用ねじ31を右に回すと楔状金型30が上昇してそのテーパ面と接触している孔型26は左方に移動する。なお、孔型位置微調整後は、固定用ねじ32を締めて孔型26を支持基板28に固定する。

この装置を用いて、 $\phi 40\text{ mm} \times 6\text{ mm t} \times 5.5\text{ m L}$ の鋼管を素材とし、この素材を、その管内にプラグ1を挿入してフローティングさせつつ、連続送りしてダイス2に押し込む押し抜き加工による高寸法精度管の製造を試行した。押し抜き加工後の鋼管はダイス2出側直近の孔型26の孔27を貫通した。孔型26の孔27はストレート孔とし、その孔径は、ダイス2の出口孔径（この例では $\phi 35\text{ mm}$ ）に比べ $0.5\text{ mm}$ 大きくとった。

実製造試行前にダミー管を複数用い、孔型位置を数点変えた押し抜き加工実験を行って管の曲がり測定して、孔型位置の変分と押し抜き後の管の曲がりの変分との関係を求めた。実製造試行中は、管の曲がり所定の閾値を超えそうになったときに、前記関係に基づいて曲がり小さくなる方位に孔型を移動させることで、孔型位置の微調整を行った。



## (実施例 9. 2)

図 17 に示すように、ダイス 2 の出側直近に管曲がり微調整手段 24 を設置し、ダイス 2 の入側直近にガイド筒 35 を設置し、管曲がり微調整手段 24 の出側直近にガイド筒 36 を設置した。なお、図示を省略したが、入側ガイド筒 35 の入側には管 4 を無限軌道で挟んで連続してダイス 2 に押し込む方式の連続押し込み機を設置した。

管曲がり微調整手段 24 は、図 18 に示すように、管を通す孔 27 をもつ孔型 26 を、支持基板 28 で通管方向と直交する平面内での移動可能に支持し、同支持基板 28 で支持した孔型移動機構 29 にて孔型 26 外周部の 4 箇所のいずれか 1 箇所または 2 箇所以上を通管方向と直交する方向（孔型移動方向 33）に押しまたは引く方式とし、その押しまたは引き力は、孔型 26 外周部に接触させた小型の油圧シリンダ 34 により与えるようにした。図 18 において対向する 2 つの油圧シリンダ 34 の圧力差を加減することにより孔型 26 は当該 2 つの油圧シリンダ 34 の対向方向に移動する。なお、孔型位置微調整後は、対向する油圧シリンダ 34 同士の圧力差をゼロにして孔型 26 を支持基板 28 に固定する。

この装置を用いて、 $\phi 40\text{ mm} \times 6\text{ mm t} \times 5.5\text{ mL}$  の鋼管を素材とし、この素材を、その管内にプラグ 1 を挿入してフローティングさせつつ、連続送りしてダイス 2 に押し込む押し抜き加工による高寸法精度管の製造を試行した。押し抜き加工前の鋼管は入側ガイド筒 35 を貫通し、押し抜き加工後の鋼管はダイス 2 出側直近の孔型 26 の孔 27 および出側ガイド筒 36 を順次貫通した。孔型 26 の孔 27 はテーパ付き孔とし、その最大内径部（入口側に位置する）の孔径は、ダイス 2 の出口孔径（この例では  $\phi 33\text{ mm}$ ）に比べ  $2.5\text{ mm}$  大きくとった。なお、孔型 26 の最小内径部（出口側に位置する）の孔径はダイス 2 の出口孔径と同じにした。また、入側および出側のガイド筒 35、36 は、管に疵が入らないよう、同じ側の管の外径よりも  $0.5\text{ mm}$  大きい内径の筒とした。

実製造試行前にダミー管を複数用い、孔型位置を数点変えた押し抜き加工実験を行って管の曲がり測定して、孔型位置の変分と押し抜き後の管の曲がりの変分との関係を求めた。実製造試行中は、管の曲がりが所定の閾値を超えそうになったときに、前記関係に基づいて曲がりが小さくなる方位に孔型を移動させることで、孔型位置の微調整を行った。

## (比較例 9. 1)

図 19 に示すように、ダイス 2 の入側直近にガイド筒 35 を設置し、同出側直近にガ

イド筒 36 を設置した。なお、図示を省略したが、入側ガイド筒 35 の入側には管 4 を無限軌道で挟んで連続してダイス 2 に押し込む方式の連続押し込み機を設置した。

この装置を用いて、 $\phi 40\text{ mm} \times 6\text{ mm t} \times 5.5\text{ m L}$  の鋼管を素材とし、この素材を、その管内にプラグ 1 を挿入してフローティングさせつつ、連続送りしてダイス 2（この例では出口孔径  $\phi 33\text{ mm}$ ）に押し込む押し抜き加工による高寸法精度管の製造を試行した。押し抜き加工前の鋼管は入側ガイド筒 35 を貫通し、押し抜き加工後の鋼管は出側ガイド筒 36 を貫通した。

（比較例 9. 2）

図 20 に示すように、ダイス 2 の入側直近および出側直近には何も設置しなかった。なお、図示を省略したが、ダイス 2 入側には管 4 を無限軌道で挟んで連続してダイス 2 に押し込む方式の連続押し込み機を設置した。

この装置を用いて、 $\phi 40\text{ mm} \times 6\text{ mm t} \times 5.5\text{ m L}$  の鋼管を素材とし、この素材を、その管内にプラグ 1 を挿入してフローティングさせつつ、連続送りしてダイス 2（この例では出口孔径  $\phi 35\text{ mm}$ ）に押し込む押し抜き加工による高寸法精度管の製造を試行した。

（比較例 9. 3）

図 21 に示すように、ダイス 2 の入側直近および出側直近には何も設置しなかった。ダイス 2 入側には押し込み機を設置せず、ダイス 2 出側に引き抜き機 37 を設置した。

この装置を用いて、 $\phi 40\text{ mm} \times 6\text{ mm t} \times 5.5\text{ m L}$  の鋼管を素材とし、この素材を、その管内にプラグ 1 を挿入してフローティングさせつつ、引き抜き機 37 で管先端を把持して鋼管をダイス 2（この例では出口孔径  $\phi 35\text{ mm}$ ）から引き抜き方向 38 に引き抜く引き抜き加工による高寸法精度管の製造を試行した。

上記実施例および比較例の方法で製造した管の曲がりおよび寸法精度を調査した結果を表 9 に示す。管の曲がりとは、管に直線定規を当てて、管長さ 500 mm 当たりの管中央部の直線定規と管との隙間の最大値で評価した。管の寸法精度は、肉厚偏差と外径偏差（各例とも複数本製造した管のデータの最大値）で示した。これらの偏差は管の円周方向断面を画像解析したデータから、肉厚偏差は平均肉厚に対する値、外径偏差は真円（目標外径）に対する値として求めた。

表 9 から明らかなように、本発明により著しく良好な寸法精度を得つつ、押し抜き後の管の曲がりを十分に防止することができた。

## 実施例 10

本発明の実施例として、図 22 に示すような設備列を構成した。39 は押し抜き加工装置であり、この装置は、管にプラグ 1 を装入しフローティングさせながら、この管を、押し込み装置 43 で連続的にダイス 2 に押し込んで通す押し抜き加工を行うものである。この押し抜き加工装置 39 には、好適形態として前記のように構成したダイス交換装置 45、プラグ交換装置 44 および曲がり防止装置 46 が併設されている。

押し抜き加工装置 39 の入側には、上流側から順に、管端面研削装置 40、潤滑剤浸漬塗布槽 41 および乾燥装置 42 が配置されている。管端面研削装置 40 は、台上に並べた管の端面を研削バイトで管軸方向に直角に切り揃える直角出し研削可能に構成されている。潤滑剤浸漬塗布槽 41 は、乾燥性液体潤滑剤エマルジョンを貯留しており、前記エマルジョン浴に管を浸漬することで管への潤滑剤塗布が行われる。乾燥装置 42 は、台上に並べた潤滑剤塗布後の管を熱風吹き付けにより乾燥可能に構成されている。なお、この設備列の入側には前工程から送られた素管を受けて管端面研削装置 40 に渡す管受け台 47 を配設し、また出側には押し抜き加工されて製品管となった管を後工程へ払い出す管払い出し台 48 を配設した。

この設備列を用いて、外径 25～120 mm  $\phi$ 、肉厚 2～8 mm、長さ 5～13 m の寸法範囲で種々異なる寸法を有する、酸化スケールが付着したままの素管に、管端面直角出し、潤滑剤浸漬塗布、乾燥、押し抜き加工を順次施し、製品管を得た。

一方、図 23 には、比較例として、従来の引き抜き加工による製造設備列を示した。この設備列は、引き抜き加工装置 50 の入側に管受け台 47、出側に管払い出し台 48 を配設してなり、引き抜き加工装置 50 は、管にプラグ 1 を装入してフローティングさせながら、この管を、引き抜き加工装置 50 でダイス 2 から引き抜くものである。なお、引き抜き加工装置 50 には実施例と同様に構成したプラグ交換装置 44 およびダイス交換装置 45 を併設した。この設備列では、実施例と同様のスケール付きの素管をそのまま引き抜くことはできず、図 23 に示す第 1 前処理工程およびこれに次ぐ第 2 前処理工程を経た管を素管とする必要がある。

第 1 前処理工程は、引き抜き加工のための強固な潤滑膜を形成する手段として必須であり、スケール付きの素管を短尺に切断⇒酸洗によりスケールを除去⇒酸をアルカリで中和⇒水洗⇒ボンデ処理⇒金属石鹸を塗布⇒乾燥、という多くの順次ステップからなる。この第 1 前処理工程を行う複数の浸漬槽あるいは装置は、引き抜き加工装置 50 と同じ

ラインに配備すると生産性が低下するため、別ラインに配備されている。また、第2前処理工程は、引き抜き加工装置50に把持させるべく、例えばロータリー鍛造機を用いて管先端の口付け加工を行う手段として必須であり、このロータリー鍛造機も、引き抜き加工装置50と同じラインに配備すると生産性が低下するため、別ラインに配備されている。

この比較例の設備列を用いて、実施例と同じスケール付きの素管を第1、第2前処理工程にて順次処理した前処理済みの管に、引き抜き加工を施し、製品管を得た。

実施例および比較例について調べた製造所要時間および製品管の寸法精度を表10に示す。製造所要時間は、所定数ロットのスケール付きの素管から製品管を得るまでの総処理時間/総処理本数で評価し、表10には比較例の評価値を1としてそれとの相対比で示した。寸法精度は、肉厚偏差と外径偏差で示した。これらの偏差は管の円周方向断面を画像解析したデータから、肉厚偏差は平均肉厚に対する値、外径偏差は真円（目標外径）に対する値として求めた。

表10から明らかなように、本発明により高寸法精度管を能率良く製造することができた。

#### 産業上の利用可能性

本発明の高寸法精度管は著しく良好な寸法精度を有しその結果良好な疲労強度を具えたものであり、しかも低コストで製造しうるから、自動車用駆動系部品等の軽量化促進に多大に寄与するという優れた効果を奏する。また、本発明の製造方法によれば、広範囲の管要求サイズに亘り寸法精度が著しく良好な金属管を低コストで製造することができるといえるという優れた効果を奏する。

表 1

	加工態様	ダイス	プラグ	縮径率 (%)	出側肉厚	外径偏差 * (%)	内径偏差 * (%)	円周方向 肉厚偏差 * (%)	疲労試験の 耐久限界回数 (回)
実施例 1.1	押し抜き	一体型固定	固定	10	入側と同等	0.5	0.5	0.5	500 × 10 <sup>3</sup>
実施例 1.2	押し抜き	一体型固定	固定	5	入側と同等	0.7	2.5	0.7	500 × 10 <sup>3</sup>
実施例 1.3	押し抜き	一体型固定	フローティング	5	入側と同等	0.3	0.5	0.5	500 × 10 <sup>3</sup>
比較例 1.1	引き抜き	一体型固定	固定	5	減肉	4.0	4.0	5.0	100 × 10 <sup>3</sup>
比較例 1.2	押し込み	分割型ロータリー	固定	5	入側と同等	3.3	3.5	4.2	200 × 10 <sup>3</sup>
比較例 1.3	押し込み	分割型ロータリー	固定	5	増肉	3.5	4.0	4.5	200 × 10 <sup>3</sup>

\*目標値からの偏差

表 2

	加工法	出側肉厚	外径偏差 (%)	内径偏差 (%)	円周方向 肉厚偏差 (%)	加工能率： 1時間当りの加工可能本数 (本)
本発明例	押し抜き	入側と同等	0.5	0.5	0.5	130
比較例 2.1	引き抜き	減肉	4.0	4.6	5.0	40
比較例 2.2	ロータリー鍛造押し込み	増肉	3.8	4.0	4.5	60

表 3

	加工法	潤滑被膜 有無	潤滑剤	疵発生の 有無	肉厚偏差 (%)	内径偏差 (%)	外径偏差 (%)
比較例 3.1	押し抜き	無	無体潤滑剤	有	2.0	2.0	1.0
本発明例 3.1	押し抜き	有	液体潤滑剤	無	0.5	0.5	0.5
本発明例 3.2	押し抜き	有	グリース系潤滑剤	無	0.5	0.5	0.5
本発明例 3.3	押し抜き	有	乾燥性樹脂	無	0.3	0.3	0.3
本発明例 3.4	押し抜き	有	乾燥性樹脂の溶剤希釈液	無	0.3	0.3	0.3
本発明例 3.5	押し抜き	有	乾燥性樹脂のエマルジョン	無	0.3	0.3	0.3
比較例 3.2	引き抜き	有	液体潤滑剤	無	4.5	3.5	3.5
比較例 3.3	押し込み*	有	液体潤滑剤	無	4.5	4.0	3.5

\*ロータリー鍛造押し込み法

表 4

	加工法	拡張率 %	縮径率 %	$\theta$ A. °	$\theta$ B. °	目標外径 *2 mm	肉厚偏差 %	内径偏差 %	外径偏差 %	断面硬度 Hv	加工後の 外径 mm	加工後の 肉厚 mm	備考
1	押し抜き	8	8	4.95	4.97	40	0.3	0.3	0.3	320	40	6.0	本発明例
2	押し抜き	6	8	3.64	4.85	39	0.25	0.3	0.3	320	39	6.0	本発明例
3	押し抜き	1	17	0.59	9.88	34	0.15	0.2	0.2	320	34	6.0	本発明例
4	引き抜き	—	8	0	4.85	39	5.0	4.0	4.0	200	39	5.8	比較例 A
5	引き抜き	—	16	0	9.20	34	4.5	3.5	3.5	320	34	5.1	比較例 A
6	押し込み*1	—	8	0	4.85	39	4.5	4.0	3.5	200	39	6.2	比較例 B

\*1:ロータリー鍛造押し込み法

\*2:ダイス出側の管の目標外径



	加工方法	プラグおよびダイスの形状条件				製造の可否	寸法精度		
		プラグ縮径 部角度 (°)	プラグ縮径 部長さ (mm)	プラグベア リング部長 さ (mm)	ダイス角 度 (°)		肉厚偏差 (%)	内径偏差 (%)	外径偏差 (%)
本発明例 5.1	押し抜き	21	11	20	21	可	0.5	0.5	0.5
本発明例 5.2	押し抜き	11	20	15	13	可	0.5	0.5	0.5
本発明例 5.3	押し抜き	5	90	4	5	可	0.8	0.8	0.7
本発明例 5.4	押し抜き	40	5	35	40	可	0.3	0.4	0.3
比較例 5.1	押し抜き	4	11	4	4.5	否	—	—	—
比較例 5.2	押し抜き	45	11	210	45	否	—	—	—
比較例 5.3	押し抜き	21	4	4.5	21	否	—	—	—
比較例 5.4	押し抜き	5	105	210	5	否	—	—	—
従来例 5.1	引き抜き	21	11	20	21	可	4.5	3.5	3.5
従来例 5.2	ロータリー鍛造押し込み	21	11	20	21	可	4.5	4.0	3.5

表 6

	加工法	加工途中の変更条件	相対加工時間	加工時のロス	肉厚偏差 (%)	外径偏差 (%)
実施例 6.1	押し抜き	ダイスおよびプラグの形状	0.2	無し	0.5	0.6
比較例 6.1	押し抜き	潤滑剤の種類、 ダイスおよびプラグの形状	1	ダイスを破損	0.5	0.6
比較例 6.2	引き抜き	ダイスおよびプラグの形状	2	ダイスを破損	3.5	3.2

表 7

	加工態様	ダイス	プラグ	出側肉厚	円周方向肉厚偏差 (%)	内径偏差 (%)	外径偏差 (%)
実施例 7.1	押し抜き (間欠)	一体型固定	固定	入側と同等	0.5	0.5	0.5
実施例 7.2	押し抜き (間欠)	一体型固定	フローティング	入側と同等	0.4	0.5	0.3
実施例 7.3	押し抜き (連続)	一体型固定	フローティング	入側と同等	0.3	0.3	0.3
比較例 7.1	引き抜き (連続)	一体型固定	固定	減肉	5.0	4.0	4.0
比較例 7.2	押し込み (間欠)	分割型ローラー	固定	増肉	4.5	4.0	3.5

表 8

	加工能率	肉厚偏差 (%)	外径偏差 (%)
本発明例 8.1	10	0.5	0.5
本発明例 8.2	10	0.5	0.5
比較例 8.1	1.2	0.8	0.7
比較例 8.2	1	0.8	0.7

表 9

	加工方法	曲がり防止手段	曲がり (mm)	肉厚偏差 (%)	外径偏差 (%)
実施例 9.1	押し抜き	ダイス出側直近の管曲がり微調整手段	0.1	0.5	0.6
実施例 9.2	押し抜き	ダイス出側直近の管曲がり微調整手段+入出側ガイド筒	0.2	0.5	0.6
比較例 9.1	押し抜き	入出側ガイド筒	0.7	0.5	0.6
比較例 9.2	押し抜き	特になし	1.8	0.5	0.6
比較例 9.3	引き抜き	出側引き抜き方向の張力	0.3	3.5	3.0

表 10

	加工法	製造所要時間 (相対比)	肉厚偏差 (%)	外径偏差 (%)
実施例	押し抜き	0.1	0.5	0.6
比較例	引き抜き	1	3.5	3.2

## 請求の範囲

1. 金属管を該管内にプラグを装入した状態でダイスの孔に押し込んで通過させる押し抜きを行うことにより製造された、外径偏差、内径偏差、円周方向肉厚偏差のいずれか一または二以上が 3.0 % 以下であることを特徴とする押し抜きのままの高寸法精度管。
2. 金属管を該管内にプラグを装入した状態でダイスの孔に押し込んで通過させる押し抜きを行い、前記ダイスの出側の金属管の肉厚を入側のそれ以下とすることにより製造された、外径偏差、内径偏差、円周方向肉厚偏差のいずれか一または二以上が 3.0 % 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の押し抜きのままの高寸法精度管。
3. 前記押し抜きは金属管を該管の同一断面内でプラグに全周外接かつダイスに全周内接させながら行うものであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の高寸法精度管。
4. 前記ダイスが一体型および／または固定型ダイスであることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の高寸法精度管。
5. 金属管を該管内にプラグを装入した状態でダイスの孔に押し込んで通過させる押し抜きを行うことを特徴とする高寸法精度管の製造方法。
6. 前記ダイスの出側の管の肉厚を同入側の同管の肉厚以下とすることを特徴とする請求項 5 に記載の高寸法精度管の製造方法。
7. 前記押し抜きは金属管を該管の同一断面内でプラグに全周外接かつダイスに全周内接させながら行うものであることを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の高寸法精度管の製造方法。

8. 前記ダイスが一体型および／または固定型ダイスであることを特徴とする請求項 5～7 のいずれかに記載の高寸法精度管の製造方法。

9. 前記プラグがフローティングプラグであることを特徴とする請求項 5～8 のいずれかに記載の高寸法精度管の製造方法。

10. 請求項 5 において、押し抜き加工により管の外径偏差、内径偏差、円周方向肉厚偏差のいずれか 1 種または 2 種以上を向上させて高寸法精度管とするにあたり、管内にプラグを装入しフローティングさせながら、ダイス入側の管送り込み手段で管をダイス内に連続して送り込むことを特徴とする高寸法精度管の高能率製造方法。

11. 前記管送り込み手段が、加工前の管を掴むキャタピラであることを特徴とする請求項 10 記載の高寸法精度管の高能率製造方法。

12. 前記管送り込み手段が、加工前の管を押さえるエンドレスベルトであることを特徴とする請求項 10 記載の高寸法精度管の高能率製造方法。

13. 前記管送り込み手段が、加工前の管を掴んで交互に間欠送りする間欠送り機であることを特徴とする請求項 10 記載の高寸法精度管の高能率製造方法。

14. 前記管送り込み手段が、加工前の管を順次押すプレスであることを特徴とする請求項 10 記載の高寸法精度管の高能率製造方法。

15. 前記管送り込み手段が、加工前の管を挟む孔型ロールであることを特徴とする請求項 10 記載の高寸法精度管の高能率製造方法。

16. 前記孔型ロールが 2 ロール以上の孔型ロールであることを特徴とする請求項 15 記載の高寸法精度管の高能率製造方法。

17. 前記孔型ロールを 2 スタンド以上設置することを特徴とする請求項 15 または

16記載の高寸法精度管の高能率製造方法。

18. 請求項5において、管の内面および／または外面に潤滑被膜を形成させた後、管内にプラグを装入し、ダイスで管の押し抜きを行うことを特徴とする表面品質の良好な高寸法精度管の製造方法。

19. 前記潤滑被膜を形成させる管が、酸化スケールが付着したままの鋼管であることを特徴とする請求項18記載の表面品質の良好な高寸法精度管の製造方法。

20. 液体潤滑剤を用いて前記潤滑被膜を形成させることを特徴とする請求項18または19に記載の表面品質の良好な高寸法精度管の製造方法。

21. グリース系潤滑剤を用いて前記潤滑被膜を形成させることを特徴とする請求項18または19に記載の表面品質の良好な高寸法精度管の製造方法。

22. 乾燥性樹脂を用いて前記潤滑被膜を形成させることを特徴とする請求項18または19に記載の表面品質の良好な高寸法精度管の製造方法。

23. 前記乾燥性樹脂、あるいは該乾燥性樹脂を溶剤で希釈した液、あるいは該乾燥性樹脂のエマルジョンを管に塗布後、温熱風にあてて、あるいは風乾して前記潤滑被膜を形成させることを特徴とする請求項22に記載の表面品質の良好な高寸法精度管の製造方法。

24. 請求項5において、同一サイズの素管から加工度の異なる一定サイズの管を高寸法精度に製造する高寸法精度管の製造方法であって、管を拡張および縮径可能なプラグを管内に装入し、ダイスで管の押し抜きを行うことを特徴とする高寸法精度管の製造方法。

25. 前記プラグを管内でフローティングさせ、管をダイスに連続して供給すること

を特徴とする請求項 2 4 記載の高寸法精度管の製造方法。

2 6. 前記プラグは、拡張部分のテーパ角度が縮径部分のテーパ角度未満とされたプラグであることを特徴とする請求項 2 4 または 2 5 に記載の高寸法精度管の製造方法。

2 7. 前記ダイスの出側の管の目標外径を同入側の管の外径未満とすることを特徴とする請求項 2 4 ～ 2 6 のいずれかに記載の高寸法精度管の製造方法。

2 8. 請求項 5 において、内にプラグを装入した管をダイスの孔に押し込んで通す押し抜き加工により高寸法精度管を製造するにあたり、前記プラグとして縮径部分の表面が加工中心軸となす角度を  $5 \sim 40^\circ$ 、同縮径部分の長さを  $5 \sim 100 \text{ mm}$  としたプラグを用い、前記ダイスとして入口側の孔内面が加工中心軸となす角度を  $5 \sim 40^\circ$  としたダイスを用いることを特徴とする高寸法精度管の安定製造方法。

2 9. 前記プラグのベアリング部分の長さを  $5 \sim 200 \text{ mm}$  としたことを特徴とする請求項 2 8 記載の高寸法精度管の安定製造方法。

3 0. 前記ダイスの出側での管の肉厚を同入側での管の肉厚以下に設定することを特徴とする請求項 2 8 または 2 9 に記載の高寸法精度管の安定製造方法。

3 1. 前記ダイスとして一体型固定ダイスを用いることを特徴とする請求項 2 8 ～ 3 0 のいずれかに記載の高寸法精度管の安定製造方法。

3 2. 前記プラグを管内にフローティングさせることを特徴とする請求項 2 8 ～ 3 1 のいずれかに記載の高寸法精度管の安定製造方法。

3 3. 請求項 5 において、管にプラグを装入しフローティングさせながら、該管をダイスに押し込んで通す押し抜きを行う高寸法精度管の製造方法において、該押し抜き加工中に、押し抜き加工方向の荷重を測定し、該測定荷重と、加工前の管である素管の材

料特性から下記〔式４〕～〔式６〕のいずれかで算出した計算荷重とを比較し、その結果に基づいて押し抜き加工の継続可否を判定することを特徴とする高寸法精度管の安定製造方法。

記

〔式４〕  $\sigma_k \times \text{索管断面積}$

ここで、 $\sigma_k = YS \times (1 - a \times \lambda)$ ,  $\lambda = (L / \sqrt{n}) / k$ ,  $a = 0.00185 \sim 0.0155$ ,  $L$ : 索管長さ,  $k$ : 断面二次半径,  $k^2 = (d_1^2 + d_2^2) / 16$ ,  $n$ : 管端状態 ( $n = 0.25 \sim 4$ ),  $d_1$ : 索管の外径,  $d_2$ : 索管の内径,  $YS$ : 索管の降伏強度

〔式５〕 索管の降伏強度  $YS \times \text{索管断面積}$

〔式６〕 索管の引張強度  $TS \times \text{索管断面積}$

３４． 前記測定荷重が前記計算荷重以下の場合は継続可と判定してそのまま加工を継続し、一方、前記測定荷重が前記計算荷重超の場合は継続否と判定し、加工を中断してダイスおよび/またはプラグを同じ製品管寸法に対応する他形状のものに交換した後、加工を再開することを特徴とする請求項３３記載の高寸法精度管の安定製造方法。

３５． 前記交換後に用いるダイスおよび/またはプラグは、ダイスおよびプラグの角度が交換前のものよりも小さいものとすることを特徴とする請求項３４記載の高寸法精度管の安定製造方法。

３６． 押し抜き加工前に、索管に潤滑剤を塗布するものとし、前記測定荷重が前記計算荷重超の場合にのみ、前記潤滑剤の種類を変更することを特徴とする請求項３３～３５のいずれか記載の高寸法精度管の安定製造方法。

３７． 金属管の内面全周に接触可能なプラグと、同管の外周全周に接触可能な孔をもつダイスと、同管を押し管押し機とを有し、金属管を該管内に前記プラグを装入した状態で前記管押し機で前記ダイスの孔に押し込んで通す押し抜きを実行可能に構成されたことを特徴とする高寸法精度管の製造装置。



38. 前記ダイスが一体型および／または固定型ダイスであることを特徴とする請求項37に記載の高寸法精度管の製造装置。

39. 前記プラグがフローティングプラグであることを特徴とする請求項37または38に記載の高寸法精度管の製造装置。

40. 前記管押し機が連続的に前記管を押すものであることを特徴とする請求項37～39のいずれかに記載の高寸法精度管の製造装置。

41. 前記管押し機が間欠的に前記管を押すものであることを特徴とする請求項37～39のいずれかに記載の高寸法精度管の製造装置。

42. 請求項37において、管にプラグを装入しフローティングさせ、該管を連続的あるいは断続的にダイスに押し込んで通す押し抜きを行う高寸法精度管の製造方法において、孔型の異なる複数のダイスを同一円周上に配列し、これらダイスのいずれか1つを製品寸法に応じて配列の円周方向に移動させてパスライン内に配置して押し抜きに用いることを特徴とする高寸法精度管の高能率製造方法。

43. 請求項37において、管にプラグを装入しフローティングさせ、該管を連続的あるいは断続的にダイスに押し込んで通す押し抜きを行う高寸法精度管の製造方法において、孔型の異なる複数のダイスを同一直線上に配列し、これらダイスのいずれか1つを製品寸法に応じて配列の直線方向に移動させてパスライン内に配置して押し抜きに用いることを特徴とする高寸法精度管の高能率製造方法。

44. 前管と次管とで製品寸法を変更するにあたり、前管の押し抜き終了後、次管をダイス入側に停止させ、次管の製品寸法に応じたダイスの移動前後あるいは移動中に、同製品寸法に応じたプラグを次管に装入することを特徴とする請求項42または43記載の高寸法精度管の高能率製造方法。

45. 請求項37において、管を通すダイスと、パスライン内のダイスに管を押し込む押し込み機と、複数のダイスを同一円周上に配列した形で支持し該円周方向に搬送していずれか1つのダイスをパスライン内に配置するダイス回転台とを有する高寸法精度管の高能率製造装置。

46. 請求項37において、管を通すダイスと、パスライン内のダイスに管を押し込む押し込み機と、複数のダイスを同一直線上に配列した形で支持し該直線方向に搬送していずれか1つのダイスをパスライン内に配置するダイス直進台とを有する高寸法精度管の高能率製造装置。

47. 請求項5において、管にプラグを装入しフローティングさせ、該管をダイスに押し込んで通す押し抜きを行う高寸法精度管の製造方法において、前記ダイス出側直近に配設し通管方向と直交する平面内位置を予調整した孔型に前記ダイス出側の管を通すことにより管の曲がりを防止することを特徴とする高寸法精度管の製造方法。

48. 前記ダイス入側および/または前記孔型出側の管をガイド筒に通すことを特徴とする請求項47記載の高寸法精度管の製造方法。

49. 管を連続してダイスに押し込むことを特徴とする請求項47または48記載の高寸法精度管の製造方法。

50. 請求項37において、管を通すダイスと、該ダイスに管を押し込む押し込み機とを有する高寸法精度管の製造装置において、前記ダイス出側直近に、管を通す孔型と、該孔型を通管方向と直交する平面内での移動可能に支持する支持基板と、該支持基板に支持されて前記孔型を移動させる孔型移動機構とを有する管曲がり微調整手段を設けたことを特徴とする高寸法精度管の製造装置。

51. 前記孔型移動機構が、孔型外周部の1箇所または2箇所以上を、通管方向に動く楔状金型のテーパ面を介して通管方向と直交する方向に押す方式のものであることを

特徴とする請求項 50 記載の高寸法精度管の製造装置。

52. 前記楔状金型の動きをねじで付勢することを特徴とする請求項 51 記載の高寸法精度管の製造装置。

53. 前記孔型移動機構が、孔型外周部の 1 箇所または 2 箇所以上を直接通管方向と直交する方向に押しまたは引く方式のものであることを特徴とする請求項 50 記載の高寸法精度管の製造装置。

54. 前記押しまたは引く方式の押しまたは引きを流体圧シリンダで付勢することを特徴とする請求項 53 記載の高寸法精度管の製造装置。

55. 前記孔型の孔径が、前記ダイスの出口孔径以上であることを特徴とする請求項 50～54 のいずれか記載の高寸法精度管の製造装置。

56. 前記孔型の孔がストレート孔またはテーパ付き孔であることを特徴とする請求項 50～55 のいずれか記載の高寸法精度管の製造装置。

57. さらに、前記ダイス入側および/または前記管曲がり微調整手段出側の管を通すガイド筒を有することを特徴とする請求項 50～56 のいずれか記載の高寸法精度管の製造装置。

58. 前記押し込み機が、管を連続して押し込み可能な連続押し込み機であることを特徴とする請求項 50～57 のいずれか記載の高寸法精度管の製造装置。

59. 請求項 37 に記載された押し抜き加工装置を有する高寸法精度管の製造設備列であって、管の端面を管軸方向に直角に研削する管端面研削装置と、管に潤滑剤を浸漬塗布する潤滑剤浸漬塗布槽と、潤滑剤を塗布された管を乾燥させる乾燥装置と、前記押し抜き加工装置とをこの順に配置したことを特徴とする高寸法精度管の製造設備列。

60. さらに、管を短尺に切断する切断装置を、前記管端面研削装置の入側に配置したことを特徴とする請求項59記載の高寸法精度管の製造設備列。

61. 前記潤滑剤浸漬塗布槽および前記乾燥装置に代えて、前記押し抜き加工装置のダイス入側に、管に潤滑剤を吹き付け塗布する潤滑剤吹き付け塗布装置、または管に潤滑剤を吹き付け塗布したのち乾燥させる潤滑剤吹き付け塗布乾燥装置を配置したことを特徴とする請求項59または60記載の高寸法精度管の製造設備列。

62. 前記押し抜き加工装置に併設して、前記ダイスを交換するダイス交換装置、前記プラグを交換するプラグ交換装置、前記ダイス出側の管の曲がり防止する曲がり防止装置のうち1つまたは2つ以上を配置したことを特徴とする請求項59～61のいずれか記載の高寸法精度管の製造設備列。

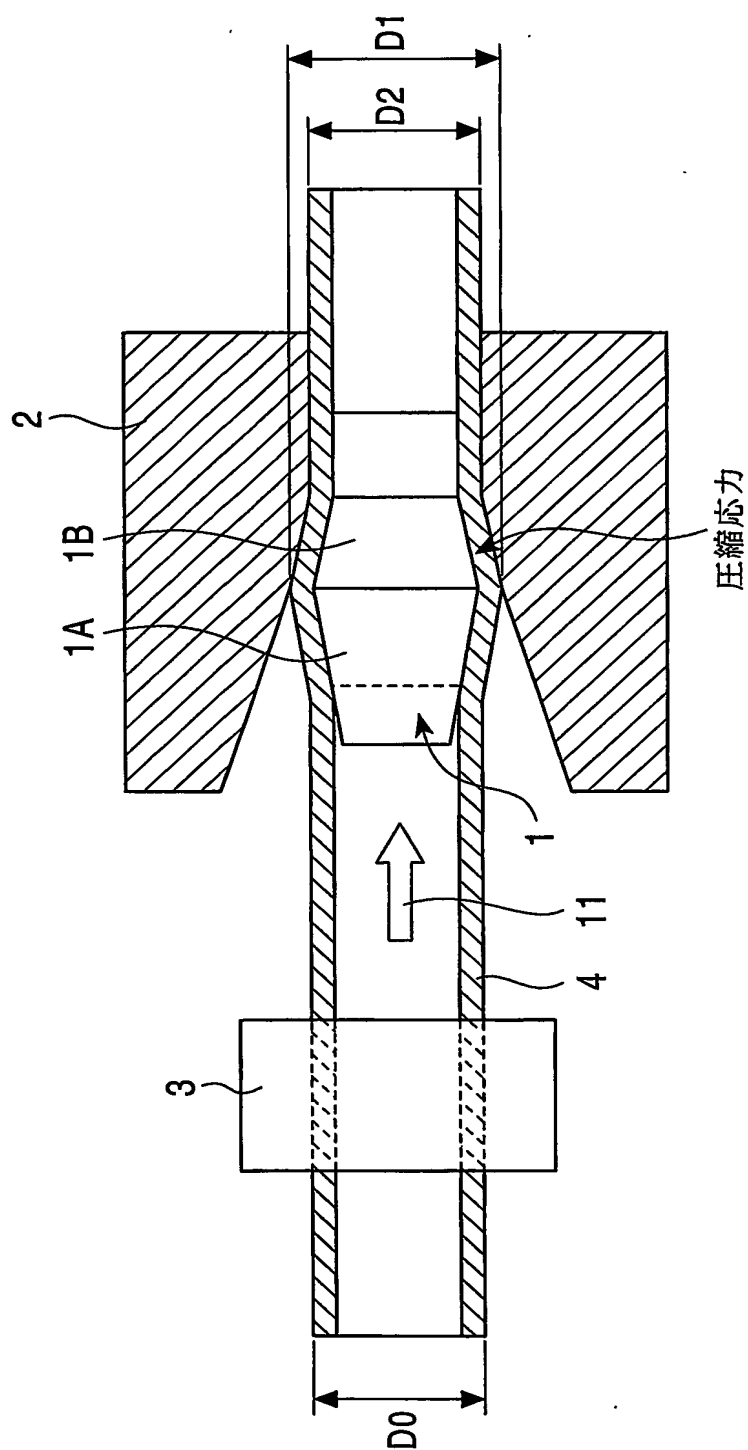


図 2

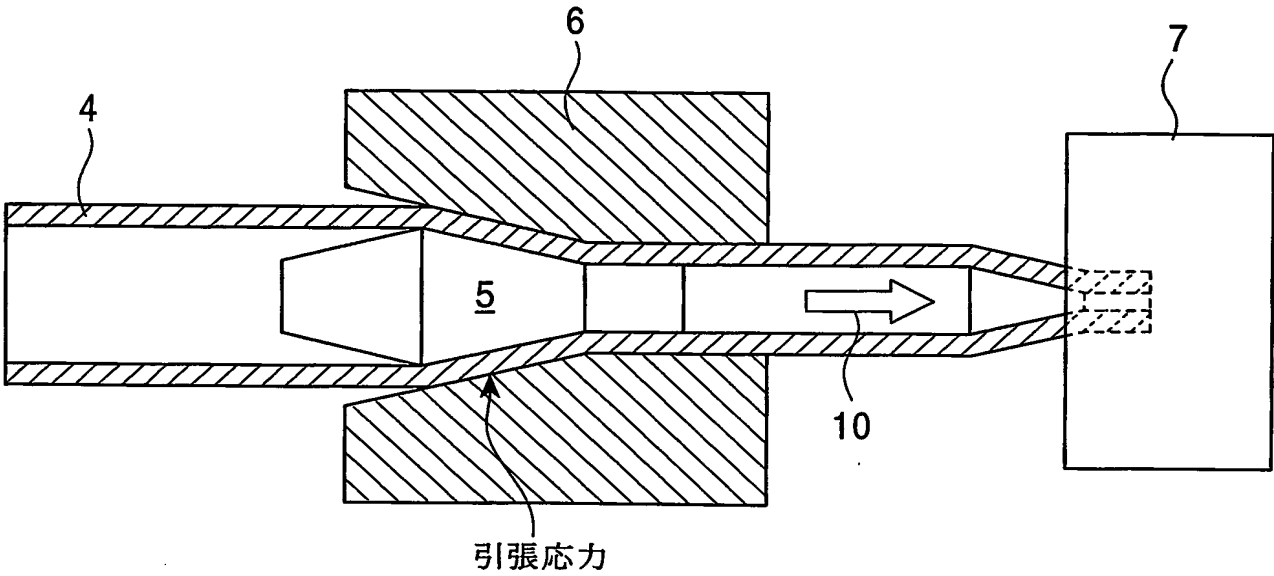


図 3A

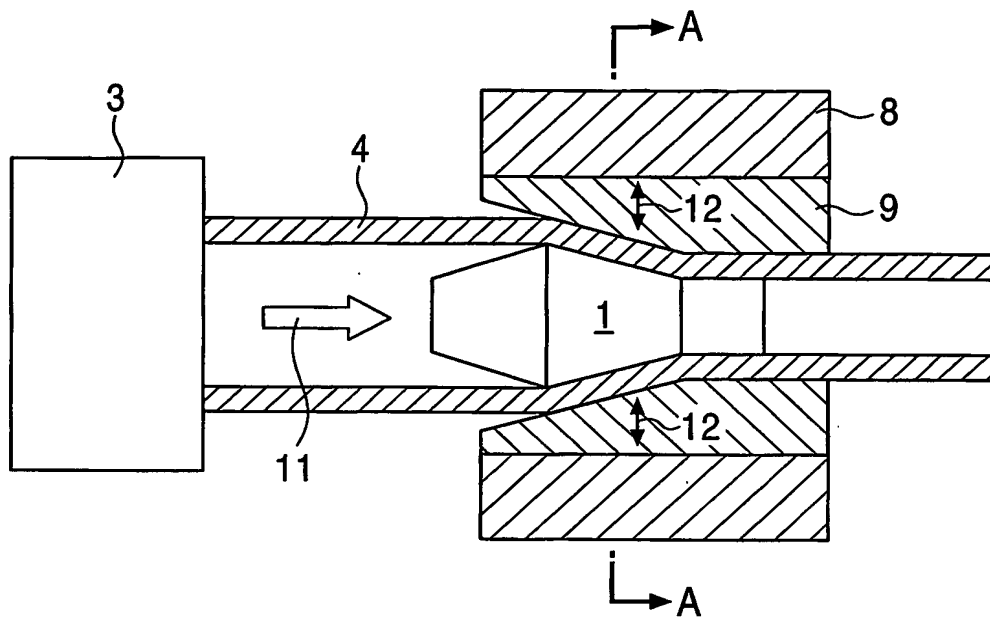
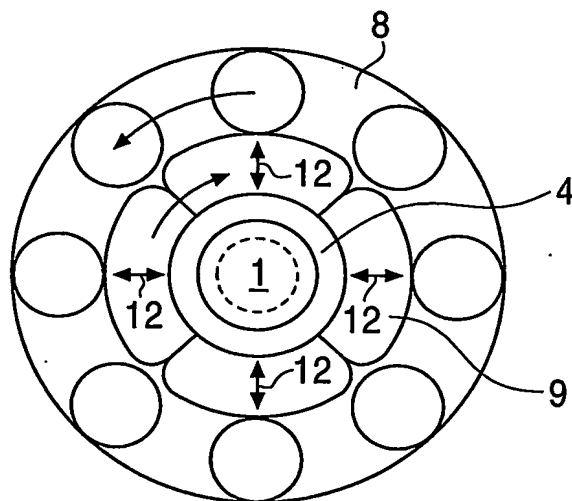


図 3B



(A-A 矢視図)

4 / 16

図 4

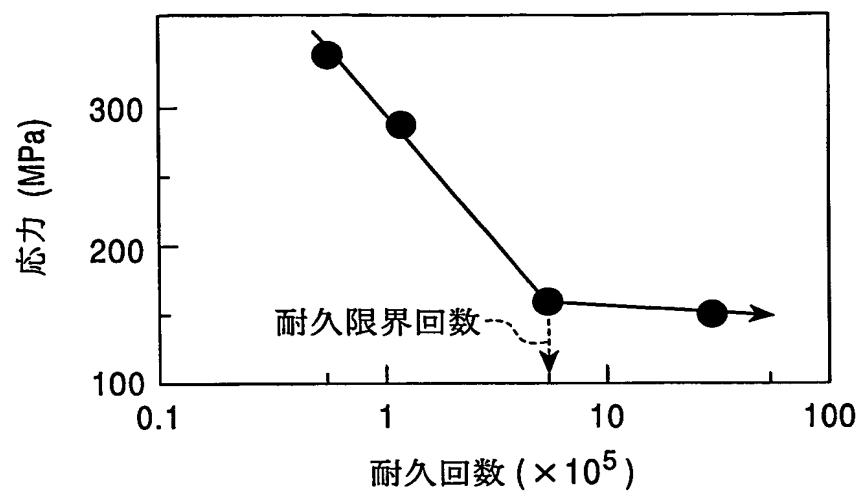


図 5

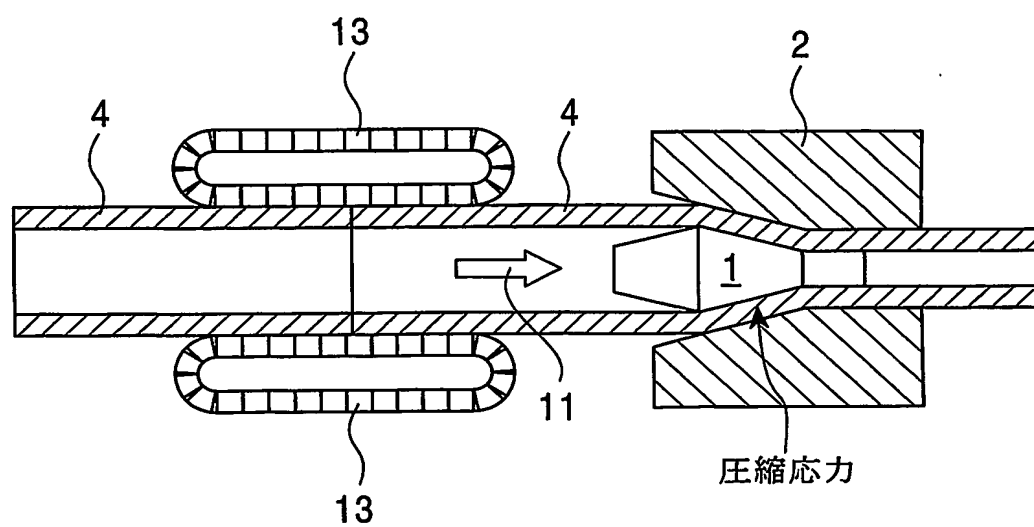




図 6

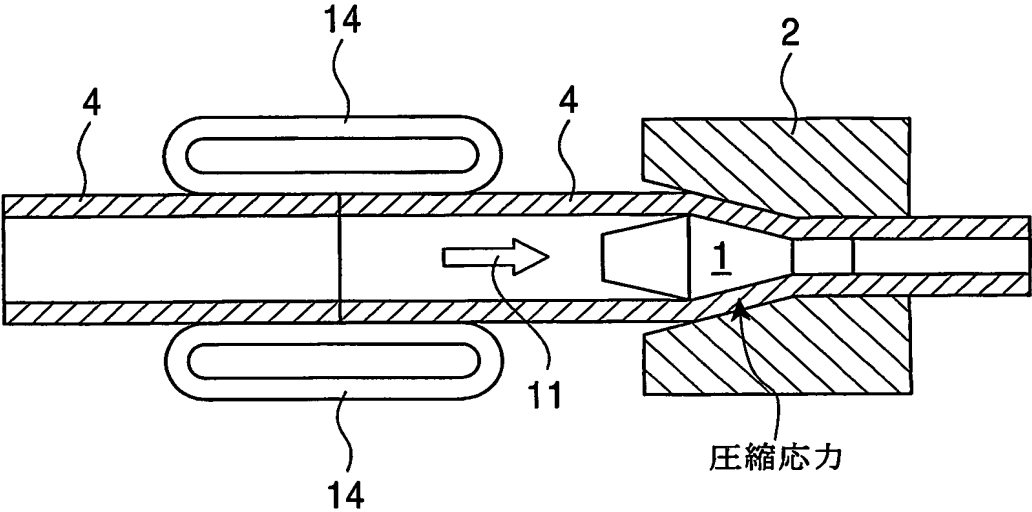


図 7

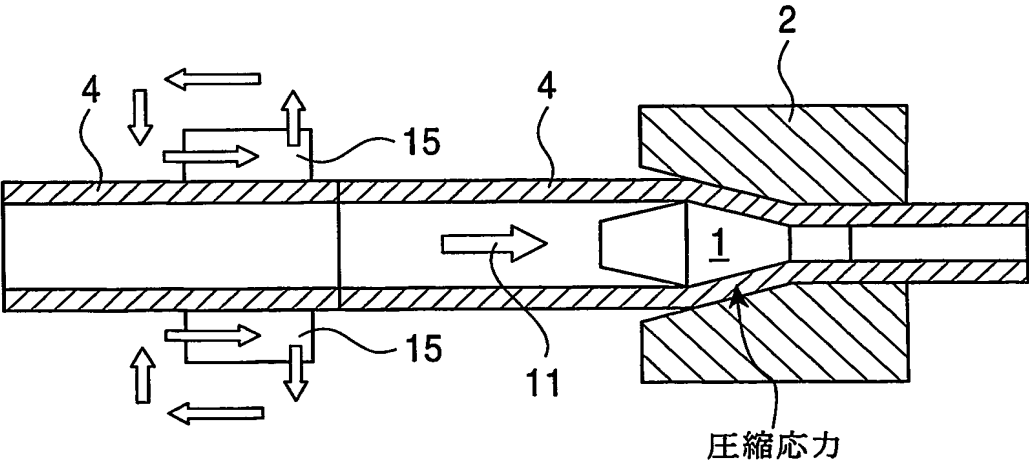


図 8

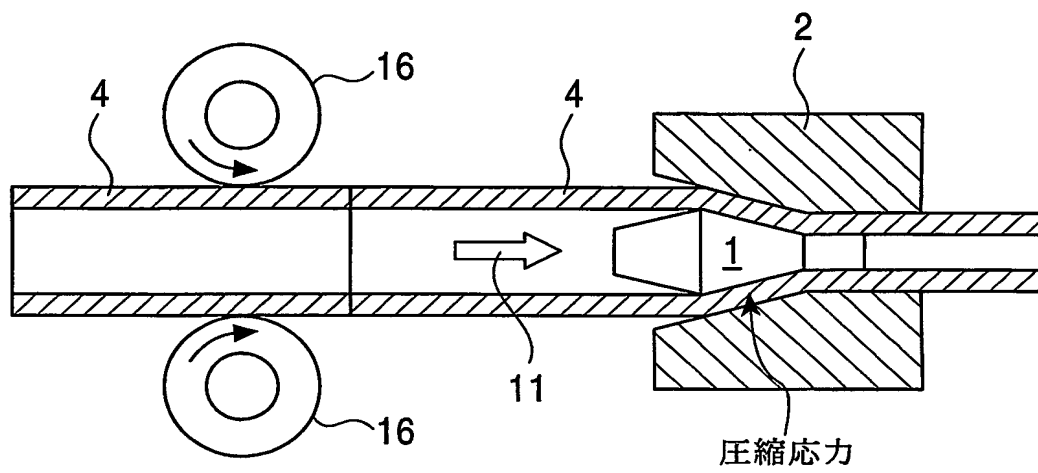


図 9

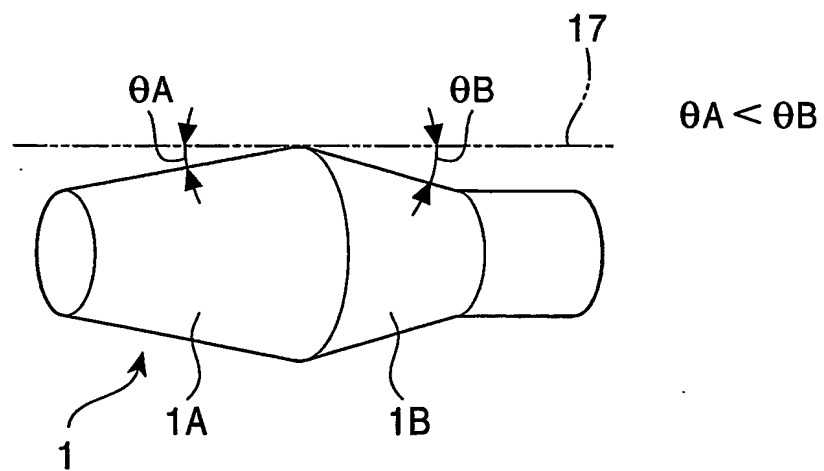


図 10

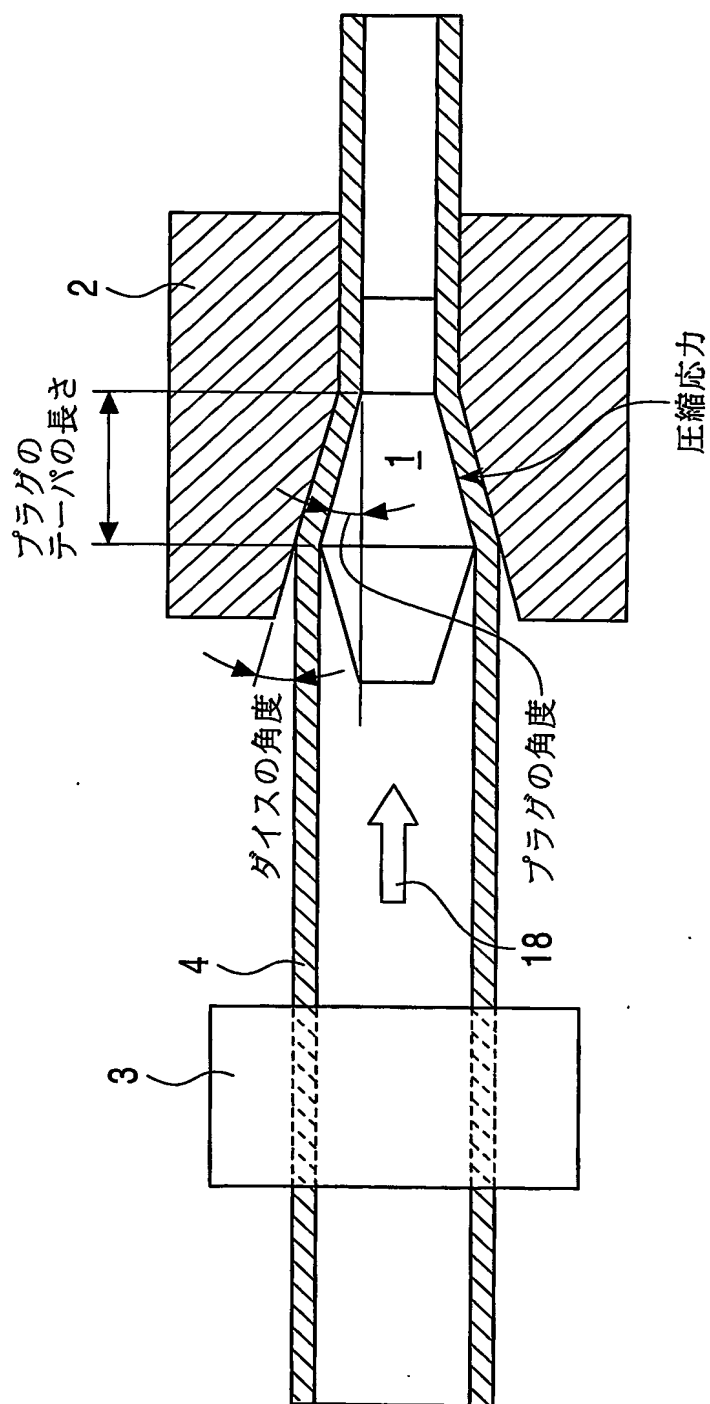


図 11

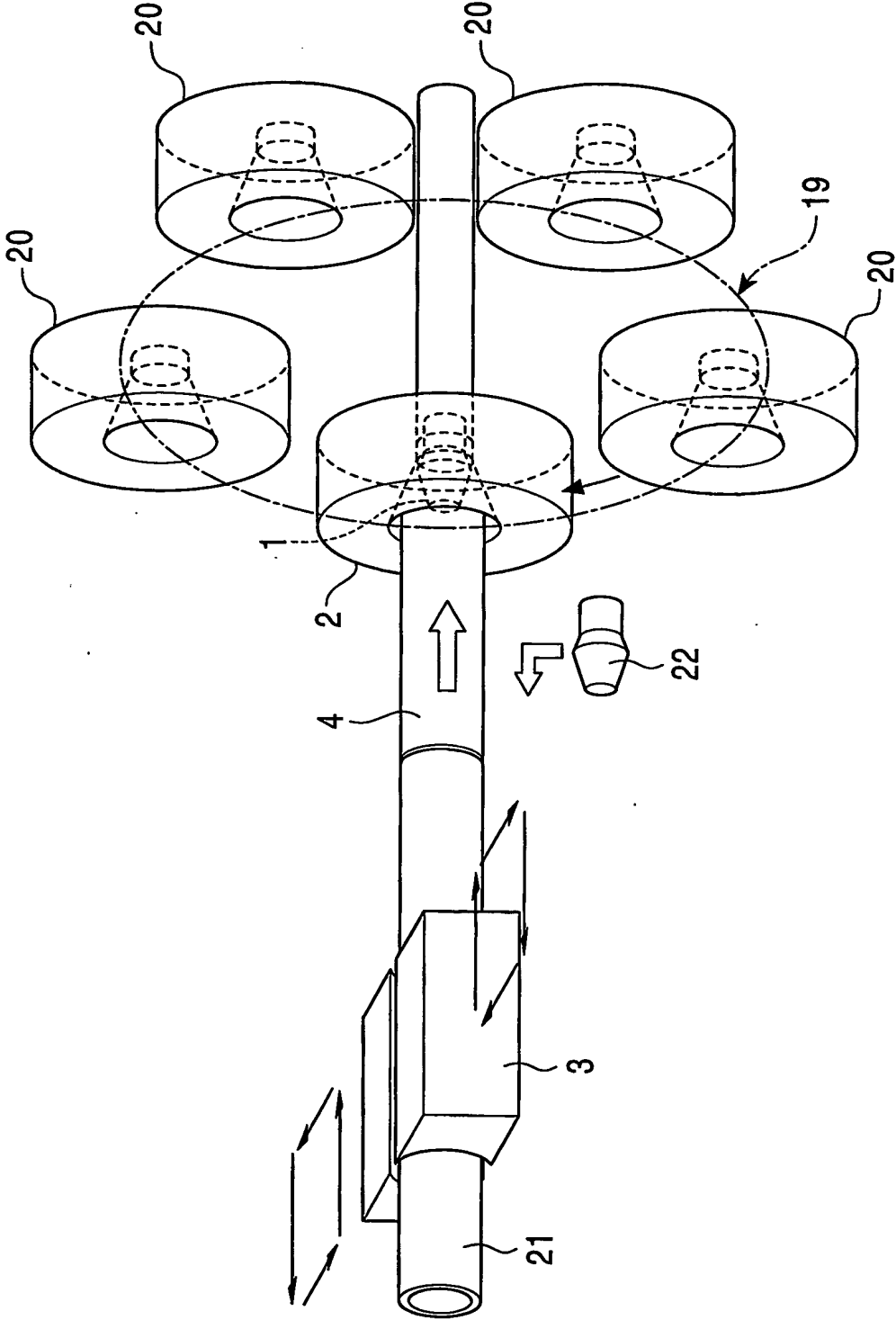


図 12

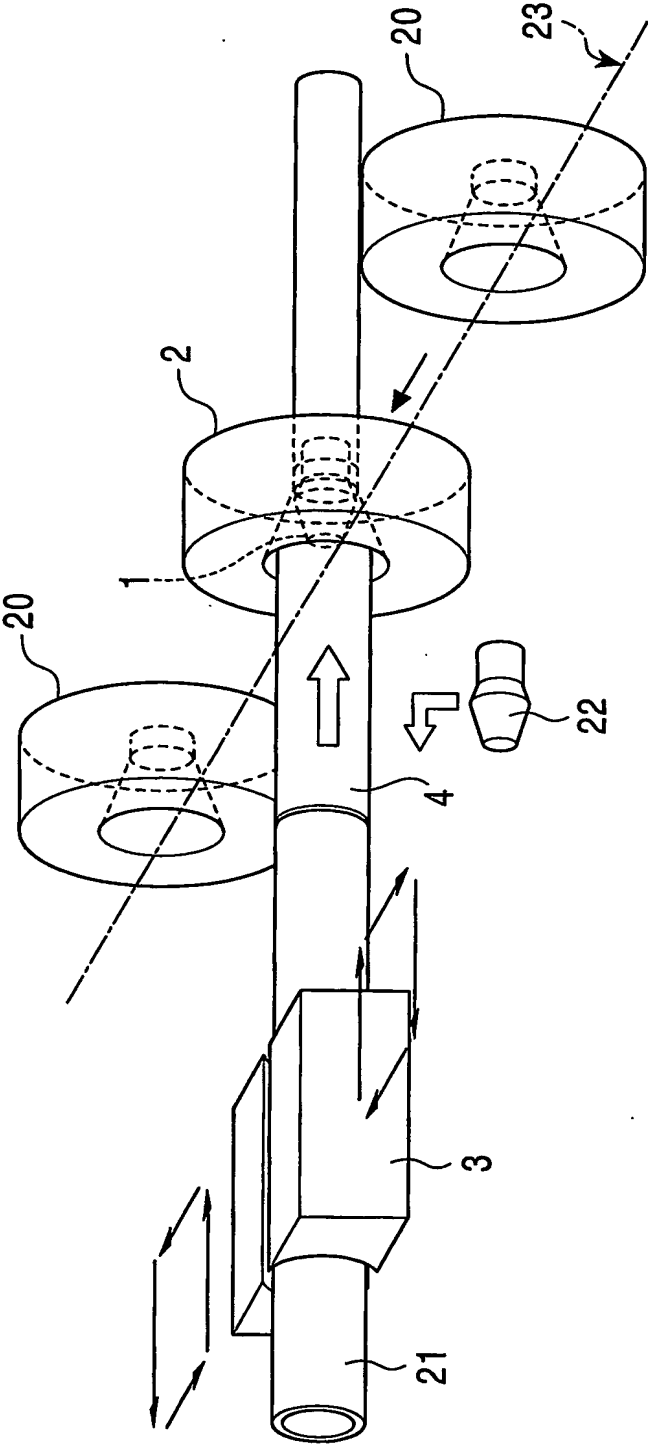


図 13

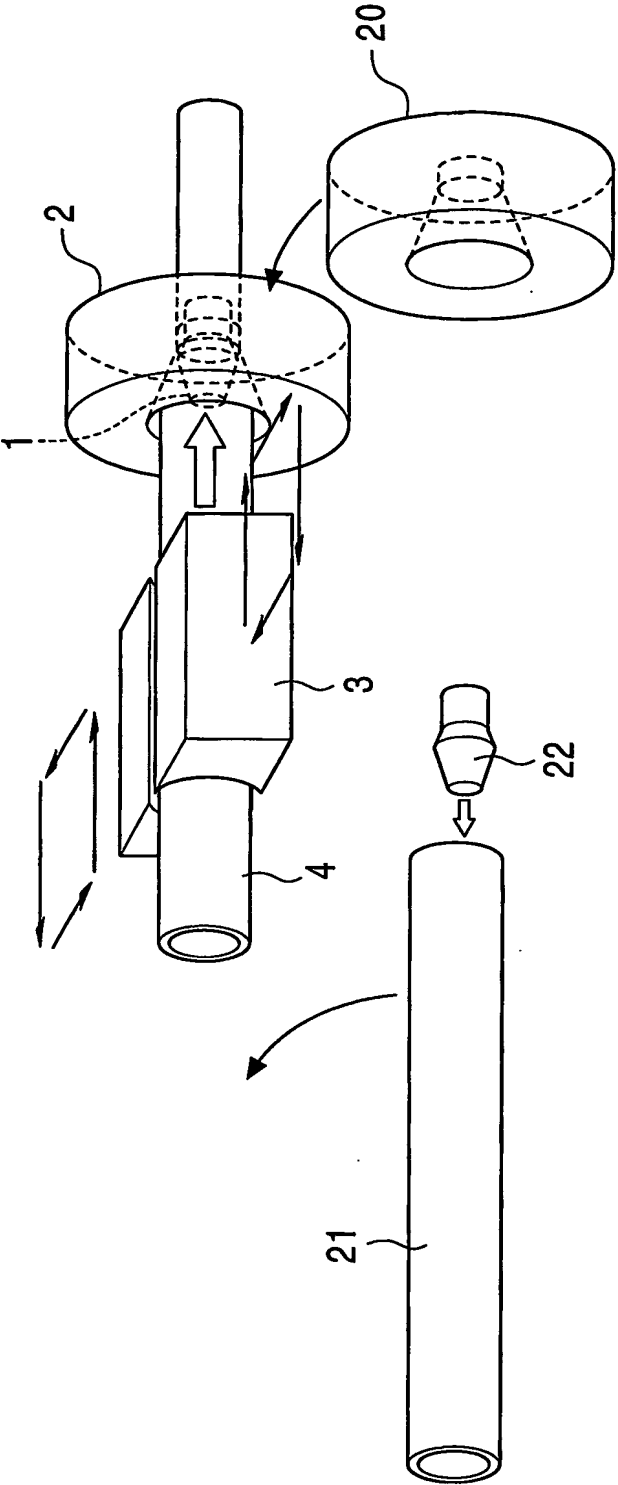


図 14

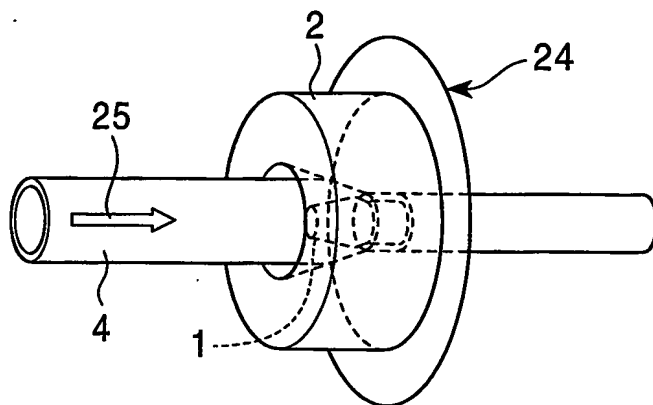


図 15

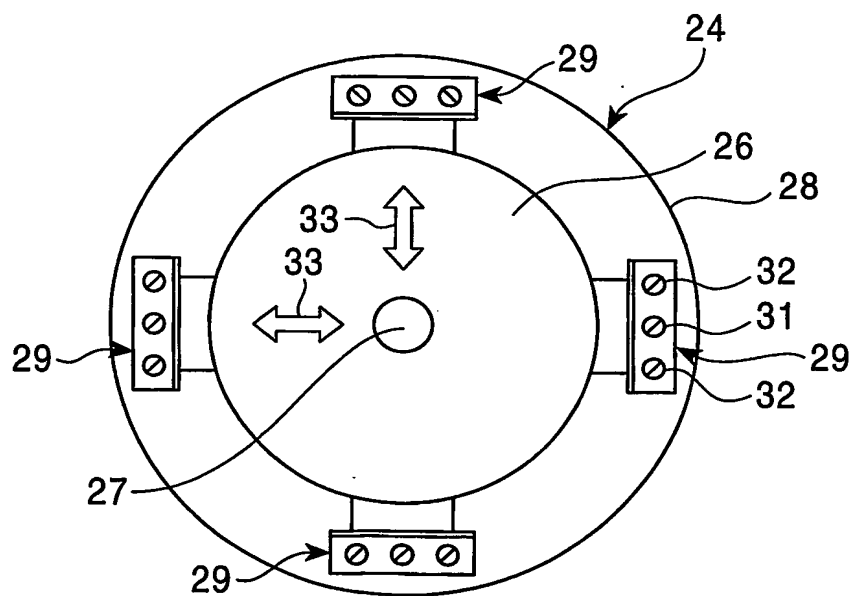


図 16

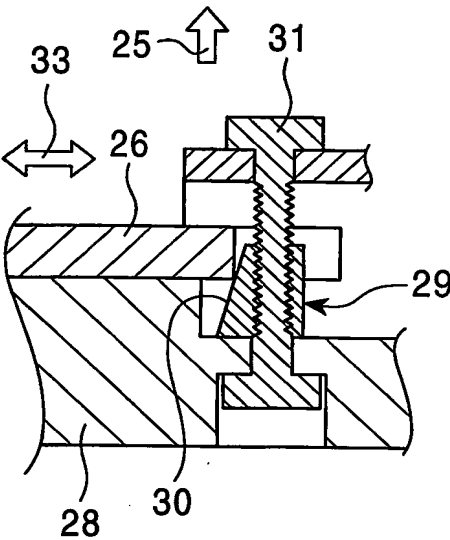


図 17

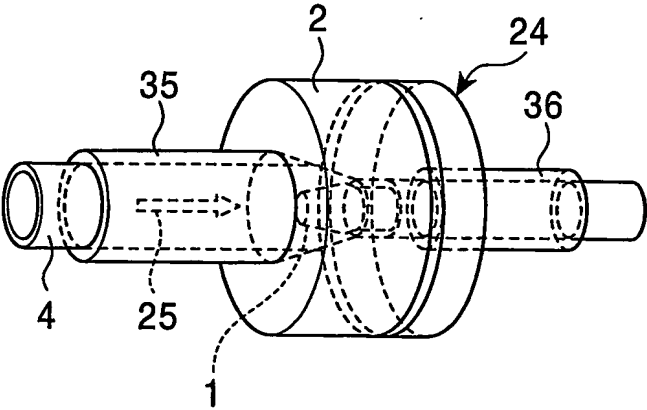




図 18

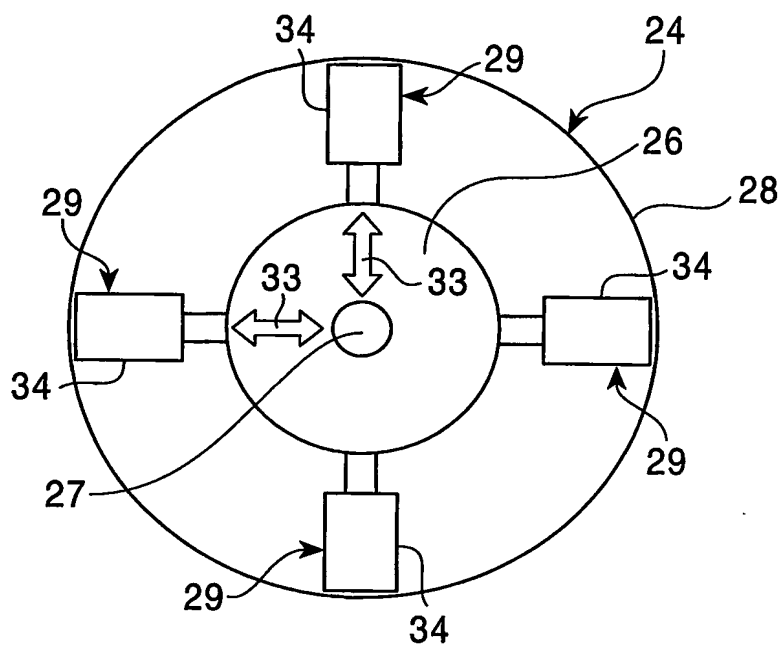


図 19

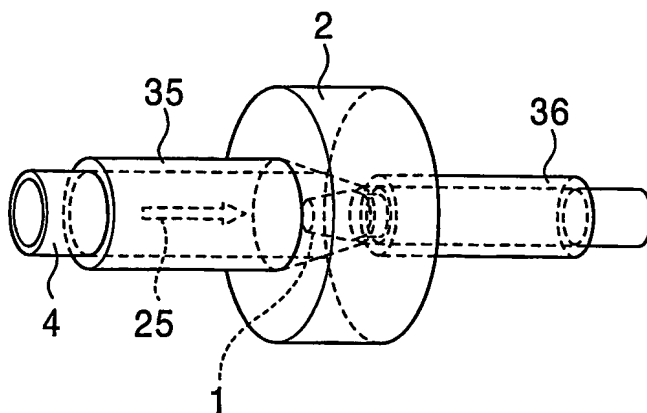


図 20

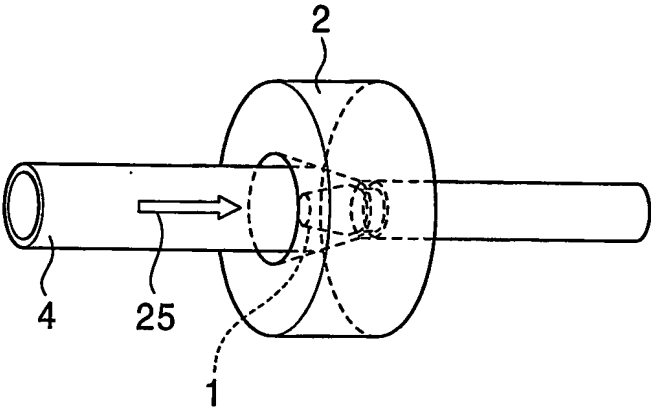


図 21

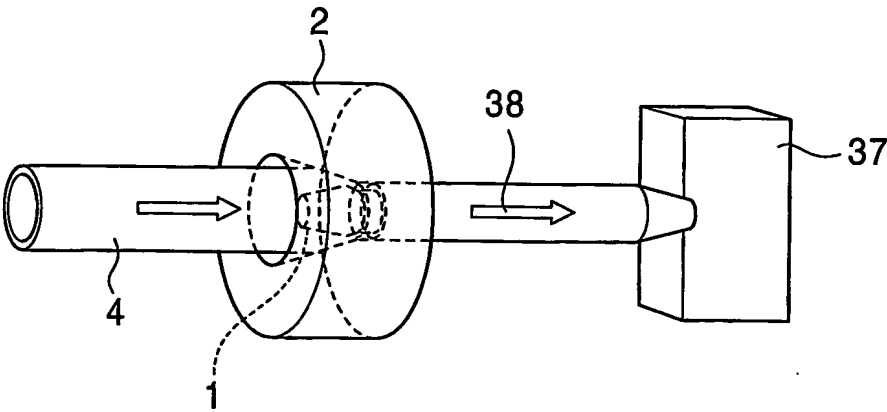
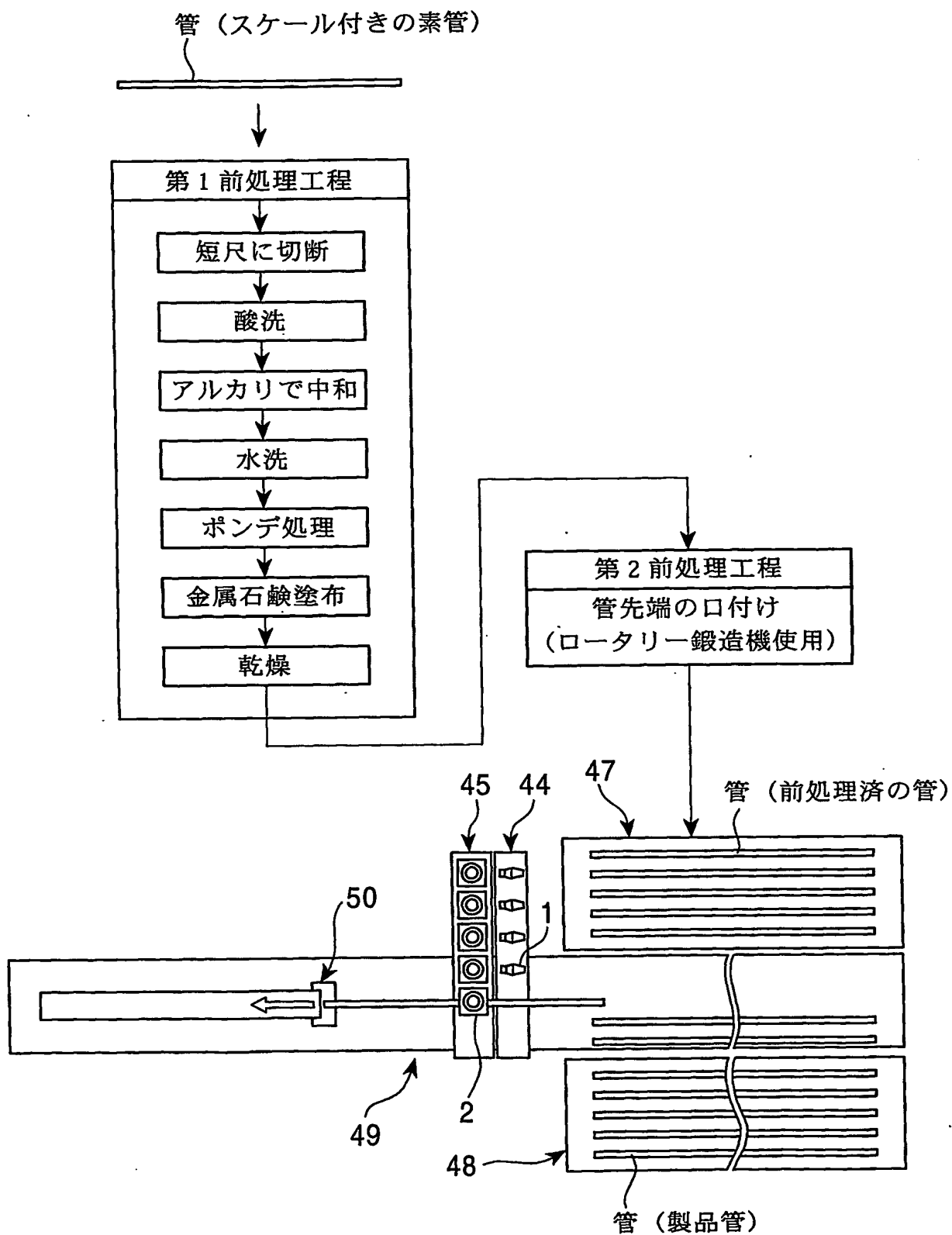




図 23



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005091

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> B21C1/22, B21C37/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> B21C1/00-43/00, B21J1/00-19/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 3-204113 A (Nippon Steel Corp.), 05 September, 1991 (05.09.91), Full text (Family: none)	1, 3-5, 7-10, 14, 18-23, 28, 29, 31, 32, 37, 38, 41 <u>11-13, 15-17</u> 2, 6, 24-27, 30, 33-36, 39, 40, 42-62
<u>Y</u> A		
Y	JP 3-275213 A (Nippon Steel Corp.), 05 December, 1991 (05.12.91), Fig. 1 (Family: none)	11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
13 July, 2004 (13.07.04)

Date of mailing of the international search report  
03 August, 2004 (03.08.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005091

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-39923 A (Nippon Steel Corp.), 10 February, 1995 (10.02.95), Fig. 1 (Family: none)	12, 13
Y A	JP 3-204111 A (Nippon Steel Corp.), 05 September, 1991 (05.09.91), Full text (Family: none)	15-17 <u>1-14, 18-62</u>
A	JP 61-219418 A (Sumitomo Light Metal Industries, Ltd.), 29 September, 1986 (29.09.86), Fig. 1 (Family: none)	2, 6, 30, 24-27
A	JP 2000-254751 A (Sanyo Special Steel Co., Ltd.), 19 September, 2000 (19.09.00), Claims (Family: none)	33-36
A	JP 2-283964 A (Floguet Monopole S.A.), 21 November, 1990 (21.11.90), Figs. 4 to 6 & DE 69007309 D                      & FR 264274 A1 & EP 381556 A1                      & US 5027996 A1 & ES 2053130 T	39, 40, 49, 58
A	JP 8-174048 A (Sankyo Aluminium Industry Co., Ltd.), 09 July, 1996 (09.07.96), Fig. 3 (Family: none)	42-46

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B21C1/22, B21C37/06

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B21C1/00-43/00, B21J1/00-19/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 3-204113 A(新日本製鐵株式会社)1991. 09. 05, 全文 (ファミリーなし)	1, 3-5, 7-10, 14, 18-23, 28, 29, 31, 32, 37, 38, 41
<u>Y</u> A		<u>11-13, 15-17</u> 2, 6, 24-27, 30, 33-36, 39, 40, 42-62

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13. 07. 2004

国際調査報告の発送日

03. 8. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

富永 泰規

4E

9832

電話番号 03-3581-1101 内線 3432

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 3-275213 A(新日本製鐵株式会社)1991. 12. 05, 図 1 (ファミリーなし)	11
Y	JP 7-39923 A(新日本製鐵株式会社)1995. 02. 10, 図 1 (ファミリーなし)	12, 13
Y A	JP 3-204111 A(新日本製鐵株式会社)1991. 09. 05, 全文 (ファミリーなし)	15-17 1-14, 18-62
A	JP 61-219418 A(住友軽金属工業株式会社)1986. 09. 29, 第 1 図 (ファミリーなし)	2, 6, 30, 24-27
A	JP 2000-254751 A(山陽特殊製鋼株式会社)2000. 09. 19, 特許請求の 範囲 (ファミリーなし)	33-36
A	JP 2-283964 A(フロツケ モノポール エス. アー. )1990. 11. 21 Fig. 4~Fig. 6 & DE 69007309 D & FR 264274 A1 & EP 381556 A1 & US 5027996 A1 & ES 2053130 T	39, 40, 49, 58
A	JP 8-174048 A(三協アルミニウム工業株式会社)1996. 07. 09, 【図 3】 (ファミリーなし)	42-46